Schädeldachplastik mit Kunststoff

Eine vergleichende Untersuchung

von

Helga Henning

aus Dresden

1967

1968 № 16

Aus der Neurochirurgischen Klinik der
Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Prof. Dr. W. Schiefer

Schädeldachplastik mit Kunststoff

Eine vergleichende Untersuchung

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

Vorgelegt von
Helga Henning
aus Dresden

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg

UNIV.
LEIDEN
MBL.

Dekan: Prof. Dr. E. Wetterer
Referent: Prof. Dr. W. Schiefer

Tag der mündlichen Prüfung: 18.12.1967

Inhalt

A. Einleitung S. 1

B. Ätiologie der Schädeldefekte S. 3

C. Übersicht über die Methoden der Schädelplastik S. 4

I. Autoplastik S. 4
II. Homoioplastik S. 9
III. Heteroplastik S. 11
IV. Alloplastik S. 12

D. Eigenes Krankengut S. 20

I. Allgemeines S. 20
II. Ätiologie der Schädeldefekte S. 23
III. Lokalisation S. 24
IV. Ergebnisse der plastischen Deckung beim eigenen Krankengut S. 24

E. Besprechung der Ergebnisse S. 31

I. Vergleich der Methoden S. 31
II. Indikationen S. 33
III. Kontraindikationen S. 37
IV. Zeitpunkt für die plastische Operation S. 38

F. Zusammenfassung S. 39

G. Literaturverzeichnis S. 41

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535718_0043

A. Einleitung

Die Eröffnung der Schädelhöhle und der Verschluß von Schädellücken gehören zu den ältesten chirurgischen Eingriffen, die uns bekannt sind. Trepanationen sind schon in prähistorischer Zeit vorgenommen worden, wie aus entsprechenden Funden zu entnehmen ist (Walker 1951, Hrdlička 1939, Courville 1944). Der erste gelungene Versuch einen Schädelknochendefekt zu dekken, läßt sich an einem Schädel erkennen, der an der peruanischen Südküste gefunden wurde und aus dem 5. Jh. a.Chr. stammt. In einen großen Defekt des Schädels war eine Goldplatte eingefügt worden, welche - dem Zustand der Knochenränder nach zu schließen - längere Zeit getragen worden ist (Walker 1951, Trelles 1957). Obwohl Hippokrates (nach Courville 1944) überraschend zutreffende Vorstellungen über den Zusammenhang zwischen der Lokalisation von Hirnverletzungen und den daraus entstehenden Symptomen hatte, begannen erst im 16.Jh. wieder richtige Einsichten in die Natur von Schädelverletzungen Boden zu gewinnen. Auch die Deckung von Schädellücken wurde diskutiert, so stellte Fallopius (1600) fest, daß der Knochen unbeschädigt und gesund sein müsse, wenn er in den Defekt zurückgelegt werden solle, vorausgesetzt, die Dura sei intakt. Liege das Gehirn frei, solle eine Goldplatte eingesetzt werden. Der Vorschlag scheint sich jedoch nicht durchgesetzt zu haben; Paré (1840-41) lehnte ihn ab mit der Begründung, die für den Defekt bestimmte Goldplatte würde nicht in das Schädelloch, sondern in die Tasche der Quacksalber wandern, die die Operation durchführen sollten.

Während in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts das Problem der Deckung von Schädellücken große Bedeutung durch die Schuß- und Splitterverletzungen der beiden Weltkriege gewann, kommt es in den letzten Jahren durch die steigende Zahl der Verkehrsunfälle, besonders bei frontalen Aufprallunfällen (Kuhlendahl 1959), häufig zu schweren Eindellungs- und Zertrümmerungsbrüchen des Schädels, bei denen nach Hebung oder Entfernung der Bruchstücke Defekte im Schädelknochen zurückbleiben können. Nächst den Verkehrsunfällen sind es die Betriebsunfälle, die nicht selten zu schweren Schädelverletzungen mit Impressionsfrakturen führen. Schließlich entstehen auch Schädeldefekte durch

therapeutische Eingriffe des Chirurgen, beispielsweise, wenn ein tumorös veränderter Knochenabschnitt entfernt wird.

Für die plastische Deckung von Schädellücken sind im Laufe der Jahre eine Fülle von Verfahren angegeben worden und ständig werden neue Methoden angewendet und empfohlen. Daraus läßt sich schließen, daß das ideale Verfahren zur plastischen Deckung von Schädeldefekten noch nicht gefunden worden ist.

In dieser Arbeit sollen nun die Ergebnisse, die in der Neurochirurgischen Klinik der Universität Erlangen-Nürnberg an 72 Patienten mit dem Kunststoff Palavit bzw. Palacos erzielt wurden, mit anderen zur Zeit üblichen Verfahren zur plastischen Versorgung von Schädellücken verglichen werden.

B. Ätiologie der Schädeldefekte

Abnorme Defekte im Schädelknochen sind meist erworben, sehr viel seltener angeboren.

Konnatale Schädeldefekte kommen bei dysraphischen Störungen der Schädelentwicklung vor, wie z.B. den Encephalocelen, Meningocelen, den congenital dermal sinuses (Heppner 1963), bei der Dysostosis cleido-cranialis oder beim Lückenschädel (Hamperl 1960).

Als Ursachen für erworbene Schädeldefekte sind zu nennen:

1. Impressionsfrakturen des Schädels, bei denen die Bruchstücke nicht wieder eingesetzt werden können.
2. Wachsende Schädelfrakturen.
3. Destruierende Prozesse, die den Schädelknochen durchsetzen. Es kommen infrage:
   Entzündungen (Osteomyelitis, Lues, Tuberkulose)
   Geschwülste (Osteome, Osteosarkome, infiltrierend wachsende Meningiome, Hämangiome, Riesenzellgeschwülste, Osteodystrophia fibrosa generalisata cystica Recklinghausen)
   Speicherkrankheiten (Eosinophiles Granulom, Morbus Hand-Schüller-Christian).
4. Entlastungstrepanationen, bei denen man zur Sicherung eines störungsfreien postoperativen Verlaufs den Knochendeckel nicht wieder einfügt.

C. Übersicht über die Methoden der Schädelplastik

1. Autoplastik

a) Lappenplastiken

Von den verschiedenen Lappenplastiken gewannen die von Müller und König und die von v. Hacker, Durante und Garré inaugurierten Verfahren die größte Bedeutung.

Ausgehend von dem Vorschlag Wagners (1889), statt der Trepanation die temporäre Resektion des Knochendeckels zu wählen, entwickelten Müller (1890) und König (1890) 1890 erstmals ein Verfahren, mittels eines gestielten Haut-Periost-Knochenlappens einen Schädelknochendefekt zu decken. Das Vorgehen ist folgendes: Der Transplantatlappen wird aus der Nachbarschaft des Defektes gebildet; mit entgegengesetzter Basis wird über dem Defekt der Weichteillappen ausgeschnitten und dann werden beide Lappen gegeneinander vertauscht fixiert, so, daß das gestielte Tabula externa-Stück in den Defekt zu liegen kommt. Diese Methode wurde u.a. von Nicoladoni (1895), Leotta (1909) und v. Eiselsberg (1895) mit Erfolg angewendet.

Unabhängig voneinander publizierten Garré (zit. nach Sohr 1908) und v. Hacker (1902 und 1913) ein anderes Verfahren, das allerdings nach Biagi (1902) zum ersten Mal schon 1884 von Durante in Rom praktiziert worden sein soll. Hierbei wird aus der Umgebung des Defektes ein gestielter Periost-Tabula externa-Lappen gebildet. Dieser Lappen kann unter Belassung der Periostbrücke in den Defekt umgeklappt oder seitlich verschoben werden. Diese Methode wurde mehrfach modifiziert und häufig verwendet (Biagi 1902, Borchard 1917, Sohr 1908, Hofmann 1916, Zoltàn 1964). Als Vorteil gegenüber der Müller-König'schen Plastik wird angesehen, daß eine Lappenbildung der Weichteile mit häßlichen Narben vermieden wird.
Wie intensiv in dieser Zeit auf diesem Gebiet gearbeitet wurde, zeigt

eine Arbeit Hertles, der seiner Abhandlung über "Die Methoden zur Dekkung knöcherner Schädeldefekte" schon im Jahre 1910 134 Literaturangaben voraussstellte.

b) Freie autoplastische Transplantationen

Die erste Deckung eines Schädeldefektes mittels freier autoplastischer Transplantation wird von Seydel im Jahre 1889 berichtet. Er legte 6-8 Periost-Knochenstücke der Tibia des Verletzten mosaikartig in einen Knochendefekt auf die bloßliegende Dura, beobachtete die Wunde 5 Tage und als die Knochenstücke vollkommen fest hafteten, verschloß er den Hautdefekt. Das Zutrauen zum dauernden Erfolg einer freien Knochentransplantation war jedoch zu jener Zeit noch gering und der Versuch von Seydel (1889) fand bis zum ersten Weltkrieg kaum eine Nachahmung. Erst ab 1916 sprechen sich Lexer (1916, 1924 und 1920), Axhausen (1916) u.a. für die freie autoplastische Transplantation aus.

Axhausen (1916) resümiert nach umfangreichen Erfahrungen mit beiden Methoden, die Nachteile der Lappenplastik nach Müller-König: Die außerordentliche Schwierigkeit, ein passendes und zusammenhängendes Stück Knochen aus dem Schädel herauszumeißeln, ferner den kosmetisch ungünstigen Effekt durch eine ausgedehnte Narbenbildung, die eventuell notwendige Nachoperation der durch die Lappendrehung entstandenen Hautwulstungen und schließlich die möglicherweise nötige Deckung der Entnahmestelle durch Thiersch'sche Epidermislappen. Auch der abgewandelten Methode nach v.Hacker-Durante würde ein großer Teil dieser Nachteile anhaften.

Die freie Transplantation aus der Vorderfläche der Tibia nach Seydel (1889) ist wohl das im Laufe der Jahre am häufigsten gebrauchte Verfahren geworden (Czerny 1895, Guleke 1913-19, Lexer 1916, 1920 und 1924, Axhausen 1916 und andere). Als Vorteile werden herausgestellt, daß die Entnahme von der vorderen Tibiafläche ein technisch einfacher und den Patienten wenig belastender Eingriff sei und daß man Defekte jeder Größe durch Aneinanderlegen mehrerer Knochenstücke decken könne.

Einige Autoren (Deckner zit.nach Erdheim 1933) führen jedoch als Nachteile an, daß die Operation gelegentlich Frakturen der Tibia nach sich ziehe, auch Morison (1917) und Otto (1965) stellen fest, daß die Patienten mehr über ihr Bein als über ihren Kopf klagen. Lexer (1916) ist jedoch der Ansicht, daß solche Frakturen der Tibia "nur nach schlechtem Meißeln mit Fissuren und Kallusschwäche infolge Verletzung der Arteriae nutritiae zustandekommen" (S. 104). Ihm selbst sei dies selten vorgekommen, auch Guleke (1913-1919) sah bei seinen 28 Fällen und Axhausen bei 28 von ihm behandelten Patienten nie nachträglich eine Fraktur der Tibia. In vollkommenster Weise muß dieses Verfahren von Delangenière u. Mitarbeitern (1920) beherrscht worden sein, er hatte bei seinen 104 operierten Fällen nur 2 Mißerfolge. Später berichten auch Düben (1949), Bürkle de la Camp (1938) u.a. über gute Ergebnisse.

Von den guten Erfolgen und den Vorteilen der freien autoplastischen Transplantation ermutigt, wurden etwa ab 1915 die verschiedensten Skeletteile zur Deckung von Schädeldefekten herangezogen. Röpke (1912) empfahl die Scapula; Küttner (1913) operierte 3 Fälle, empfahl die Methode jedoch nicht, denn es dauere längere Zeit, bis die Funktion des Armes wiederhergestellt sei. Das Verfahren ist später auch nicht mehr angewendet worden, ebensowenig wie die Deckung des Defektes aus dem Sternum, die von P. Müller (1915) vorgeschlagen wurde. Die Transplantation aus dem Beckenkamm, von Mauclaire (1914) erstmals erprobt, später von Lexer (1916, 1920 u. 1924) und Klages (1940) empfohlen, wurde von Schönbauer und Winkler (1954, 1955) bevorzugt, und hat nach dem zweiten Weltkrieg in Amerika viel Verbreitung gefunden. Über gute Ergebnisse berichten Pickerill (1947), Carmody (1947) Grocott (1953), Macomber (1949), Mc Clinstock und Mitarbeiter (1951), Crouch und Mark (1958), Kiehn und Grino (1953), Petit-Dutaillis und Pertuiset (1954), Reichert (1964). Es wird hervorgehoben, daß die Beckenschaufel bereits eine dem Schädel ähnliche Krümmung aufweise, der Beckenkamm dagegen für Stirnbein und Orbitalbogen eine ideale Form besitze.

Als brauchbares Material für die Schädeldefektdeckung werden auch die Rippen angesehen. Kappis verwendete 1915 als erster die 12. Rippe und setzte sie in ganzer Dicke in den Defekt. Spätere Autoren spalteten die Rippen und gewannen dadurch mehr Material (Grant und Norcross 1939, Marschner 1957 u.a.).

Die Vorteile liegen auf der Hand: Rippenstücke lassen sich leicht und ohne belastenden Eingriff in genügender Zahl gewinnen; Schäden an der Entnahmestelle sind nicht zu befürchten, da sich die Rippenstücke teilweise regenerieren (Longacre und Mitarb. 1964). Die Nachbeschwerden seien von Seiten der Entnahmestelle gering. Die Rippen können durch Variation der Entnahmestelle der jeweiligen Schädelwölbung angepaßt werden. Longacre und Mitarbeiter (1957, 1964) sowie Hohnstrand und Mitarbeiter (1960) stellten in experimentellen Untersuchungen an Rhesusaffen fest, daß die Einheilungsbedingungen der Rippenstücke optimal seien. Innerhalb eines Jahres weise der eingepflanzte Knochen dieselbe Dichte auf, wie der restliche Schädel. Sie empfehlen daher, bei der Behandlung von Schädeldefekten häufiger auf die Rippen als "körpereigene Knochenbank" zurückzugreifen. Longacre und de Stefano (1957) haben in 3 Jahren 118 Schädeldefekte bei Erwachsenen und Kindern mit gespaltenen Rippen gedeckt und damit glänzende Erfolge gehabt, alle 118 Transplantate wuchsen ein.

In Tabelle 1 (S. 8) haben wir die uns bekannt gewordenen Fälle mit autoplastischer Schädeldefektdeckung aus den letzten 20 Jahren - die Einschränkung erfolgt wegen der ständig verbesserten Operationstechnik und Nachbehandlung - zusammengestellt. Dabei zeigt sich, daß unter 221 Autoplastiken nur ein einziger (= 0,5%) Mißerfolg beschrieben wird; wobei unter Mißerfolg hier, wie auch bei den folgenden Tabellen über alloplastische Transplantationen (Seite 11, 13, 15 und 16) zu verstehen ist, daß das Transplantat entweder entfernt werden mußte, oder es zur vollständigen Resorption des Transplantates kam, so daß der Effekt der plastischen Operation dadurch zunichte wurde. Unbefriedigende Ergebnisse der Transplantation, bedingt durch teilweise Resorption oder Einsinken der Plastik, und schlechte kosmetische Effekte konnten wir in unserer Zusammenstellung nicht berücksichtigen, da viele Autoren hierüber keine ins einzelne gehenden Angaben machen. Auch wäre hierbei subjektiven Bewertungen zuviel Raum gelassen.

In Tabelle 2 (S. 8) sind noch einmal die Vor- und Nachteile der autoplastischen Methode in einer Tabelle zusammengestellt worden.

Tab.1

Autoplastische Schädeldefektdeckungen

Autor	Jahr	Verwendetes Material	Anzahl	Mißerfolge	Beob. zeit
Grocott	1952	Beckenschaufel	5	0	
Petit-Dutaillis	1953	Beckenschaufel	11	0	
Kiehn u. Grino	1953	Beckenkamm	3	0	
Schönbauer u. Winkler	1954	Darmbein	7	0	
Voris	1955	Rippen	31	1	
Longacre u. de Stefano	1957	Spaltrippen	118	0	
Crouch u. Mark	1958	Beckenschaufel	12	0	
Nockemann	1960	Tibiaspan	6	0	3-13 J.
Zoltán	1965	Periostknochenlappen u. Tibiaspan	28	0	1- 4 J.
S u m m e			221	1 (=0,5%)	

Tab.2

Vorteile und Nachteile der autoplastischen Methode

A. Vorteile:

1. Ausgezeichnete Einheilungsbedingungen
2. Optimale Resistenz gegen Sekundärinfektion
3. Widerstandsfähig gegen Bruch
4. Röntgenstrahlendurchlässig
5. Transplantate wachsen im Laufe der Schädelentwicklung mit (Longacre und Mitarb. 1964)

B. Nachteile:

1. Ein zweiter Eingriff ist erforderlich mit möglichen Nachbeschwerden an der Operationsstelle
2. Bei Defekten, die über handtellergroß sind, hat die Methode ihre Grenzen
3. Kosmetische Ergebnisse bei Plastiken in stark gewölbten Schädelabschnitten nicht immer gut
4. Gelegentlich Resorption oder Einsinken der Plastik

II. Homoioplastik

Dem naheliegenden Gedanken homoioplastisches Material zur Deckung von Schädeldefekten zu verwenden, standen offensichtlich in erster Linie technische Schwierigkeiten entgegen. Insbesondere war es die Frage der Knochenkonservierung, deren Möglichkeiten in früheren Zeiten beschränkt war. Die damals üblichen chemischen Methoden (Xylol, Formaldehyd bei Sicard und Dambrin 1917) denaturierten unvermeidlich das lebende Gewebe und verliehen ihm in gewisser Weise den Charakter eines Fremdkörpers. Heute wird als bestes Konservierungsverfahren die Tiefkühlung [1] angegeben (Bürkle de la Camp 1953 und 1959, Streli 1955, 1959 und 1960, Sicard 1951, Rohr und Yoshida 1960, Nockemann 1960, Albrecht 1964), seltener die Heißluftsterilisation [2] im Autoclaven (Bettag 1955, Merrem 1955). Die Sterilisation bewirkt eine Hitzekoagulation der Eiweiße; die Antigenwirkung geht dadurch weitgehend verloren und Krankheitserreger werden größtenteils abgetötet. Dagegen kommt es bei der Tiefkühlung zu "Änderungen der im Knochen vorhandenen Eiweiße, möglicherweise im Sinne einer Denaturierung oder Despezifizierung" (Nockemann und Schilling 1961).

Das verwendete Knochenmaterial stammt entweder von craniotomierten Patienten, denen der Knochendeckel aus irgendeinem Grund nicht mehr eingesetzt wurde, oder von Leichen, denen er sofort nach dem Tode steril entnommen wurde. Die Bedeutung des homoioplastischen Materials rührt zum wesentlichen Teil aus seiner Stellung zwischen lebendem Gewebe und Fremdmaterial, so daß es neben den unvermeidlichen Nachteilen auch eine Reihe von Vorteilen sowohl dem Fremdkörper als auch dem Nativtransplantat gegenüber besitzt. So liegt selbstverständlich ein großer Vorteil darin, daß der zusätzliche operative Eingriff zur Gewinnung eines autoplastischen Transplantates entfällt und somit die Möglichkeit von Nachbeschwerden in diesem Operationsgebiet ausgeschlossen ist (Bettag 1955). Andererseits wird jedoch von Nockemann (1960) hervorgehoben, "daß grundsätzlich kein Unterschied in der Einheilung zwischen

---

1) Einfrieren bei -25°C, oder mit CO_2 auf -70°C, oder mit flüssigem N auf -190°C

2) 10 Min. bei 134°C und 2 atü

autologem und homoilogem kältekonserviertem Knochen besteht" (Seite 21). Nockemann (1960) deckte 18 Patienten mit homoilogen kältekonservierten Spänen aus der Knochenbank und stellte fest, daß es nicht - wie früher vielfach angenommen - nur zur bindegewebigen Einkapselung des eingesetzten Knochens kommt, sondern daß die Transplantate nach einem Zeitraum von 2 - 4 Jahren knöchern eingeheilt waren. Auch Albrecht (1964) bestätigt dies und schreibt: "Die Einheilung war teilweise so vollkommen, daß röntgenologisch das Transplantat nicht mehr zu unterscheiden war".

Ein weiterer Vorteil ist, daß das Transplantationsmaterial in genügender Menge und entsprechender Form jederzeit vorrätig gehalten werden kann (Nockemann 1960). Was die operative Technik anbelangt, so wird von allen genannten Autoren hervorgehoben, daß eine exakte Einpassung des Spanes mit Anfrischung der Defekträndер für die spätere stabile Osteosynthese äußerst wichtig sei. Die Nachteile der Methode sind die gleichen, die allen hetero-, homoio- und alloplastischen Verfahren gegenüber der Autoplastik anhaften, nämlich die geringere Widerstandskraft gegen Sekundärinfekte (Wagner und Umbach 1963). Außerdem kann es zu vollständiger oder teilweiser Resorption des Transplantates kommen, insbesondere an Stellen, wo das eingefügte Knochenstück keine innige Berührung mit dem Schädelknochen hat. Auch bei der Einpflanzung mehrerer Späne kann es nach Nockemann an den Berührungsstellen der Transplantate untereinander zur Resorption kommen, so daß sekundär Lücken im Bereich der Plastik entstehen. Streli (1960) beobachtete bei seinen 35 Fällen zweimal eine randständige Resorption mit Lockerung des Transplantates, bei 3 anderen Patienten kam es zur Infektion des Transplantates.

Wir haben die uns bekannt gewordenen Schädelplastiken mit homoiologem Fremdknochen in einer Tabelle zusammengestellt (vgl. Tab.3). Dabei zeigt sich, daß von 107 Plastiken 7 (= 6,7%) erfolglos waren.

Tab.3

Schädelplastiken mit homoilogem Fremdknochen

Autor	Jahr	Material	Anzahl	Mißerfolge	Beob. zeit
Bettag	1955	heißluftsterilisierter Knochen	22	3	
Streli	1960	kältekonservierter Knochen	35	3	
Rohr u.Yoshida	1960	kältekonservierter Knochen	4	0	
Nockemann	1960	kältekonservierter Knochen	17	0	3-13 J.
Albrecht	1964	kältekonservierter Knochen	15	0	
Sollmann	1964	lyophilisierter Knochen	11	1	
S u m m e			104	7 (=6,7%)	

III. Heteroplastik

Die Anwendung von heteroplastischem Material spielte und spielt für die Schädeldachplastik keine große Rolle, da es gegenüber dem homoioplastischen Material keine Vorteile bietet (Woolf und Walker 1945). Die "Suppenknochenplastik" von Babcock (1917) - er verwendete ausgekochten Rinder- bzw. Schafsknochen als Transplantationsmaterial - sei lediglich der Originalität halber erwähnt.

In den letzten Jahren wurden eine ganze Reihe von Verfahren zur Aufbereitung von heteroplastischen Knochen entwickelt - eine ausführliche Darstellung findet sich in der Arbeit von Nockemann und Schilling ("Die Konservierung von heteroplastischem Knochen") aus dem Jahre 1961 - deren Prinzip darin besteht, die orga-

nischen Bestandteile aus dem anorganischen Knochengerüst zu entfernen oder sie so zu verändern, daß sie im menschlichen Organismus keine Abwehrreaktionen mehr auslösen. Soweit schon Erfahrungen in der Anwendung dieser Methoden zur Deckung von Schädeldefekten vorliegen, z.B. mit dem von Bauermeister und Maatz entwickelten "Kieler Knochenspan" (mit Wasserstoffperoxyd enteiweißter Kalbsknochen) sind die Erfolge, besonders bei großen Defekten, nicht befriedigend, bei kleineren Defekten wurde das Spanmaterial mit Erfolg eingepflanzt (persönliche Mitteilung Bues).

IV. Alloplastik

Um den beschriebenen Nachteilen der Autoplastik zu entgehen, war man schon von jeher bemüht, geeignetes alloplastisches Material für die Deckung von Schädeldefekten zu finden. Es gibt kaum einen festen Stoff, der noch nicht für diesen Zweck versucht worden wäre. Die meisten Substanzen sind heute nur noch von historischem Interesse, eine Beurteilung ist von vornherein erschwert, weil mit vielen Stoffen keine Erfahrungen an einem größeren Krankengut vorliegen. Mit mehr oder weniger Erfolg wurden unter anderen die in Tabelle 4 angegebenen Stoffe zur Schädeldefektplastik verwendet.

Tab.4

Alloplastisches Material, das zur Schädeldefektdeckung verwendet wurde:

Horn (Henschen 1916)
Kokosnußschalen (Ella 1874)
Elfenbein (v.Kamptz 1914)
Zelluloid (Fränkel 1895, v.Eiselsberg 1895, Funke 1915, Erdheim 1933)
Gold (Estor 1917)
Silber (Eagle 1938)
Aluminium (Elsberg 1908)
Zirkonium (Bates und Reiners 1948)
Vitallium (Geib 1941, Beck 1942, Brito e Cunha 1949)
Supramid (Linder und Schwaiger 1947, Albrecht 1950, Schubert und Uhlmann 1955)
Polythen (Busch, Bing und Hansen 1949, Lockhart, van der Noort, Kimsey und Groff 1952)
Polystan (Moser und Salem 1954)
Rostfreier Stahl (Ransohoff 1950, Scott, Wycis und Murtagh 1956 und 1962)
Titanium (Simpson 1965)

Seit einigen Jahren spielen für die Schädeldefektdeckung nur noch zwei alloplastische Substanzen eine Rolle. Das ist einmal das Metall T a n t a l u m , das 73. Element im periodischen System, und zum anderen die A c r y l - h a r z e , Abkömmlinge des Plexiglases.

Tantalum wurde vor allem in den Vereinigten Staaten mit Erfolg für die Schädeldefektdeckung verwendet (Reeves 1944 und 1950, Lane und Webster 1947, Mäkelä 1949, Wiebeck 1949, Lockhart, van den Noort, Kimsey und Groff 1952, White 1948, Walker und Erculei 1963). Die genannten Autoren schätzen am Tantalum vor allem, daß es widerstandsfähig gegen Korrosion ist und keine oder nur minimale Gewebsreaktion hervorruft, auch ließe es sich relativ leicht bearbeiten. Von Grunert (1954) wurde jedoch festgestellt, daß bei transplantierten Metallen zwischen Transplantat und umgebendem Gewebe Potentialdifferenzen entstehen, die mit Spannungen zwischen 20 und 100 mV einhergehen. Grunert ist der Ansicht, daß diese Spannungsfelder biologisch keineswegs belanglos seien und ihre Wirkung auf das umliegende Gewebe noch nicht abzusehen sei.

Wir konnten aus der anglo-amerikanischen Literatur 474 Fälle von Schädelplastiken mit Tantalum zusammenstellen (vgl. Tab.5), die eine Mißerfolgsrate zwischen 3 und 12% aufwiesen.

Tab.5

Schädelplastiken mit Tantalum

Autor	Jahr	Anzahl	Mißerfolge	Beob.zeit
White	1948	130	11	bis 2 J.
Weiford u.Gardener	1949	106	12	
Mäkelä	1949	30	2	
Reeves	1950	196	6	
Lockhart u.Mitarb.	1952	12	1	
S u m m e		474	32 (= 6,7%)	

In Europa haben sich in den letzten Jahren für die Alloplastik am Schädel Kunststoffe aus der Reihe der Acrylharze durchgesetzt. Wir rechnen hierzu Plexiglas, Paladon, Palapont, Acrylic, Palavit und Palacos.

Kleinschmidt hat erstmals im Jahre 1941 aufgrund von Tierexperimenten Plexiglas zur Deckung von Schädeldefekten empfohlen. In den folgenden Jahren wurde der Kunststoff von Zander (1944), Weiß (1947), Frère (1949), Kroll (1949), de Vet (1949), Gojchman (1949 und 1952), Bordes Valls (1949), Aust (1952), Eppinger (1955), Turner und Foster (1949), Aldunate (1951), Ertevcian (1951), Issel (1950), Lejbzon (1953), Flörcken (1956), Radici, Boggio, Beduscho und Papo (1959), Jentzsch (1959) und Paraicz und Mitarb. (1964) zur Schädeldefektdeckung benutzt und es wurden überwiegend Erfolge berichtet. Besonders eindrucksvoll ist der Bericht von Gojchman über 216 Fälle mit nur 6 Mißerfolgen.
Als Weiterentwicklung des Plexiglases entstanden die Acrylharzkunststoffe Paladon (in der Zahnheilkunde als Prothesenmaterial verwendet), Palavit und schließlich das schnellhärtende Palacos, die das ursprünglich verwendete Plexiglas jetzt völlig verdrängt haben.

Die Paladonplastik wurde nach einem Wachsabdruck der Knochenlücke angefertigt. Dieser wurde entweder von der mit Haut bedeckten Knochenlücke abgenommen (Otto 1950, Bauer 1954, Hauk 1958, Krüger 1954), was zu Ungenauigkeiten in der Form der Plastik führen konnte (Wagner und Umbach 1963), oder direkt von der freien hautentblößten Knochenlücke (Vogt 1955, Simon 1963), wobei der Eingriff während der Anfertigung der Plastik (etwa 1 - 1 1/2 Stunden) unterbrochen werden mußte. Letztere Methode hat den Nachteil der längeren Operationszeit und die Gefahr der Infektion durch die Unterbrechung des operativen Eingriffs (Woringer und Thomalske 1955). Simon (1963), der über größere Erfahrungen mit dieser Methode verfügt, ist jedoch der Ansicht, daß die Zahl der Infektionen nicht höher ist als bei dem Schnellverfahren. Eine Zusammenstellung der uns bekannt gewordenen Arbeiten zeigt, daß die Paladonplastiken in durchschnittlich 7,8% der Fälle zu Mißerfolgen führen.

Tab.6

Schädelplastiken mit Paladon

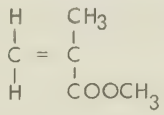
Autor	Jahr	Anzahl	Mißerfolge	Beob.zeit
Otto	1950	21	2	
Vogt	1954	80	0	bis 5 J.
Krüger	1954	126	10	1 - 11 J.
Simon	1960	22	1	
S u m m e		249	13 (= 7,8%)	

Als Ursache für die Mißerfolge werden angegeben Infektion und Ausstoßung der Paladonprothese durch Verbindung mit der Nase (Otto 1950) oder ungenügend versorgter Nasennebenhöhlengebiete (Krüger 1954). Simon (1960) mußte eine Plastik wegen infizierten Reizergusses entfernen.

Die Einführung der autopolymerisierenden Methacrylate war ein weiterer Fortschritt, denn dadurch fielen die umständliche Herstellungsweise und die lange Operationsdauer der anderen Verfahren fort. Das "Schnellverfahren" wurde erstmals von Woringer und Mitarbeitern im Jahre 1951 veröffentlicht, und später von Rosenmeyer (1954), Göhring (1960), Keil (1961), Thomalske (1962), Heppner (1963), Wagner und Umbach (1963), Bues (persönliche Mitteilung), Rau (1963), Unger und Sollmann (1964) und Otto (1965) zur plastischen Versorgung von Schädeldefekten empfohlen.

Für die Plastik werden Acrylharzkunststoffe verwendet, die unter verschiedenen Namen im Handel sind (Palavit^{R} bzw. Palacos^{R} der Firma Kulzer & Co., Bad Homburg v.d.Höhe; Simplex^{R} der englischen Firma Dental Fillings Ltd., London).

Palavit und Palacos stimmen in chemischer Hinsicht überein. Beides sind Methylmethacrylate von der Formel



Der Kunststoff kommt als 2 Phasen in den Handel, als Flüssigkeit (Monomer) und Pulver (Polymer). Zur Herstellung der Plastik wird aus beiden Teilen ein Teig angerührt, welcher bei Zimmertemperatur polymerisiert und dabei aushärtet. Der Vorgang dauert 10 bis 30 Minuten, je nach Menge des Gemischs und geht unter Wärmeabgabe vor sich (bis 70 °C). Während der Aushärtung ist das Palacos modellierbar und kann so in idealer Weise den Knochendefekträndern angepaßt werden.

Wir kennen 6 Arbeiten über Schädelplastiken mit schnellhärtenden Methylmethacrylaten, in denen über 151 Fälle berichtet wird, dabei werden nur 3 Mißerfolge beschrieben (vgl. Tab.7).

Tab.7

Schädelplastiken mit schnellhärtenden Methacrylaten

Autor	Jahr	Anzahl	Mißerfolge	Beob.zeit
Woringer u. Thomalske	1955	41	0	
Rosemeyer	1955	23	0	
Wagner u. Umbach	1963	28	2	1 - 84 Mon.
Heppner	1963	29	0	bis 8 J.
Rau	1963	7	0	bis 6 J.
Unger u. Sollmann	1964	23	1	bis 3 J.
S u m m e		151	3 (= 2%)	

Unger und Sollmann (1964) mußten eine Plastik entfernen, da es zur Drucknekrose der Haut über der Plastik gekommen war, bei Wagner und Umbach (1963) sind die Mißerfolge auf Infektion des Operationsgebietes zurückzuführen.

Einschränkend muß hier noch zu den Tabellen 5, 6 und 7 bemerkt werden, daß einige Autoren keine Angaben über die Dauer der Nachbeobachtung ihrer Pla-

stiken machen, was insofern wichtig wäre, als (vgl .unten) Alloplastiken gelegentlich noch viele Monate nach der geglückten Operation abgestoßen werden.

Alle genannten Autoren betrachten die gute und leichte Verformbarkeit des Palacos als einen wesentlichen Vorteil; besonders Defekte der Stirn- und Augenbrauengegend können in kosmetisch einwandfreier Weise korrigiert werden. Was die Gewebsverträglichkeit des Kunststoffes anbelangt, so wird sie von Woringer und Thomalske (1955), Göhring (1959 und 1960), Unger und Sollmann (1964) u.a. als außerordentlich gut angesehen. Hullinger (1962) untersuchte die Wirkung von Kunstharzen in Gewebekulturen und fand, daß das ausgehärtete Kunstharz gut verträglich ist, während sich die noch flüssige Mischung aus monomerem und polymerem Palacos als stark zelltoxisch erwies. Hullinger (1962) schreibt:

> "Die toxische Wirkung ist auf den Gehalt an freiem Monomer zurückzuführen. Die gute Fettlöslichkeit des Monomers erleichtert seine rasche Ausbreitung im Gewebe; eine allgemeine Verschleppung via Blutweg und Lymphe kann nicht verhindert werden und eine schädliche Wirkung in anderen Organen (Knochenmark, Leber) ist nicht auszuschließen."

Hullinger fand, daß sich die toxische Wirkung des Gemischs reduzieren läßt, wenn das Gemisch erst in knetbarem Zustand verwendet wird, d.h. wenn ein Gemisch mit möglichst geringem Gehalt an freiem Monomer verwendet wird.

Ein anderer Einwand gegen die Alloplastik ist der, daß die Transplantate - als Fremdkörper im Organismus - noch Jahre nach der erfolgreichen Operation ausgestoßen werden können (Nockemann 1960, Rohr und Yoshida 1960, Schönbauer und Winkler 1954, Bettag 1955). Es werden immer wieder Fälle beschrieben, wo es im Anschluß an einen ganz banalen Infekt zur Eiterung des Transplantatbettes und zur Ausstoßung der Plastik kam (Fritz 1958, Reichert 1964). Dies tritt besonders auf bei Plastiken, die in Nähe der Nasennebenhöhlen angelegt werden. Deshalb wird von Krüger (1954) als Voraussetzung für die plastische Operation eine exakte Versorgung der Nasennebenhöhlen gefordert. Dennoch scheint dies ein echter Nachteil der Alloplastik gegenüber der Autoplastik zu sein, da die Autoplastik gerade in diesem Gebiet (Frontobasalbereich) weniger infektionsgefährdet zu sein scheint.

Deshalb lehnt auch Nockemann (1960) gerade im NNH-Gebiet die Alloplastik ab und gibt dort der Autoplastik oder der Homoioplastik den Vorzug. Damit verzichtet er jedoch gerade in einem Gebiet, wo die leichte und ausgiebige Verformbarkeit der Acrylharze ein besonderer Vorteil ist, auf deren Anwendung und verweist sie auf das Gebiet der wenig gebogenen Schädelflächen, wo sie mit der Autoplastik schwerer konkurrieren können.

Als weiteren Einwand gegen die Kunststoffplastik führen deren Gegner an, daß durch Implantation von Kunststoffen Karzinome oder Sarkome ausgelöst werden können. Unseres Wissens sind beim Menschen noch keine derartigen Erscheinungen zur Beobachtung gelangt. Nothdurft (1956), Ott und Mitarbeiter (1963) und andere konnten in Tierversuchen an Ratten, Meerschweinchen und Hunden eine Sarkomauslösung durch implantierte Kunststoffe jedoch mit Sicherheit nachweisen. Diese experimentell ausgelösten Sarkome entstehen aber mit derselben Häufigkeit nach Implantation von Gold, Silber, Vitallium, Platin und Elfenbein. Sie werden also nicht durch chemische, sondern vorwiegend durch physikalische Eigenschaften des Implantates, insbesondere durch seine Form und Größe erzeugt. Daher sollte nicht von "Kunststoffkrebs", sondern von Fremdkörpersarkom gesprochen werden (Nothdurft 1956).

Die Tumorhäufigkeit hängt direkt von der Flächengröße des implantierten Fremdstoffes ab. Die Implantation von glatten, impermeablen Folien erbrachte die höchste Tumorrate, während Fremdkörpergeflechte oder pulverisiertes Material nur sehr selten Tumoren auslösten.

Die Latenzzeit der Krebsauslösung beträgt nach allgemeiner Erfahrung ein Drittel bis die Hälfte der mittleren Lebenserwartung der betreffenden Species, eine Tatsache, die erklären könnte, warum beim Menschen bisher noch kein Fremdkörpersarkom beobachtet wurde.

Die Konsequenzen, die aus diesen Beobachtungen gezogen werden, sind recht verschieden: Oettel (1963) meint, daß man Rattenversuche nicht ohne weiteres auf den Menschen übertragen könne, er schreibt: "Rattenversuche dürfen jedenfalls den Chirurgen niemals davon abhalten, eine notwendige Alloplastik mit Kunststoff durchzuführen".

Contzen, Straumann und Paschke (1967) äußern sich ähnlich:

> "Einmal ist eine besondere Sarkomhäufigkeit der Ratte bekannt, zum anderen müßten bei der nachgewiesenen Abhängigkeit der Tumorenauslösung von der Form und Flächengröße des Implantates (Grenzfläche!) beim Menschen etwa 8 - 12 impermeable Fremdkörperscheiben von je 20 - 30 cm Durchmesser implantiert werden, um z.B. die Relation zur Versuchsanordnung bei Nothdurfts Experimenten herzustellen". (S.120).

Ott und Mitarbeiter (1963) dagegen fordern für jede Kunststoffeinpflanzung eine kritische Indikationsstellung. Falls sich die Transplantation nicht vermeiden ließe, sollten aber syncarzinogene Noxen - wie häufige Röntgenuntersuchungen - möglichst vermieden werden.

In Tabelle 8 haben wir noch einmal die Vor- und Nachteile der schnellhärtenden Acrylharzkunststoffe für die Schädeldachplastik zusammengefaßt.

Tab.8

A. Vorteile:

1. Gute Modellierbarkeit, so daß an allen Schädelregionen ein gutes kosmetisches Ergebnis erzielt werden kann
2. Gute Gewebeverträglichkeit
3. Strahlendurchlässigkeit
4. Ein zweiter operativer Eingriff wird im Gegensatz zur Autoplastik vermieden
5. Kurze Operationsdauer
6. Die glatte Oberfläche der Plastik verhindert die krampfanfallfördernde Narbenbildung (Otto 1950)

B. Nachteile:

1. Als Fremdkörper im Organismus Gefahr der Sekundärinfektion und Ausstoßung
2. Besondere Infektionsanfälligkeit im Nasennebenhöhlenbereich
3. Karzinomauslösung (?)

D. Eigenes Krankengut

I. Allgemeines

An der Neurochirurgischen Klinik der Universität Erlangen-Nürnberg wurden in den Jahren 1946 bis 1967 insgesamt 72 Fälle von Schädeldachdefekten behandelt. Hierzu waren 73 plastische Operationen erforderlich (vgl. Tab.9).

Tab.9 Übersicht über die eigenen Patienten mit Schädeldachplastiken

Nr.	Name	Alter	Ursache d.Defekts	Unfalltag	Art der Schädelplastik	Op.tag
1	Ke.,H.	11 J.	Impressionsfraktur	13.11.44	Knochenperiostlappen	28. 1.46
2	Ho.,W.	13 J.	Impressionsfraktur	23.12.58	Beckenkammspan	25. 1.60
3	Ha.,K.	6 J.	Impressionsfraktur	29. 8.61	Beckenkammspan	14. 4.64
4	Fi.,F.	23 J.	Impressionsfraktur	28. 3.46	Knorpel	31. 3.47
5	He.,W.	39 J.	Impressionsfraktur	4. 4.48	Knorpel	11. 8.48
6	Fa.,R.	16 J.	M.Recklingshausen	22. 2.54	Fremdknochen	14. 1.55
7	He.,W.	23 J.	Impressionsfraktur	10. 9.55	Fremdknochen	7. 1.57
8	Tr.,K.	18 J.	Impressionsfraktur	10. 2.57	Fremdknochen	5. 9.57
9	Ha.,W.	41 J.	Impressionsfraktur	25.10.56	Fremdknochen	10. 4.57
10	Ma.,K.	19 J.	Impressionsfraktur	1955	Fremdknochen	20. 4.56
11	So.,D.	2 Mon.	wachsende Fraktur	-	Kieler Span	12. 9.63
12	Ay.,S.	13 J.	Impressionsfraktur	Juni 65	Kieler Span	27. 4.66
13	Er.,W.	10 J.	Impressionsfraktur	30. 3.62	Kieler Span	9. 3.67
14	Sch.,A.	16 J.	Impressionsfraktur	April 48	Supramid	8.11.48
15	Br.,M.	49 J.	Hämangiom	-	Supramid	10. 1.49
					entfernt	21. 8.50
16	Kn.,H.	33 J.	Impressionsfraktur	22.10.48	Supramid	10. 2.49
17	Kl., L.	18 J.	Impressionsfraktur	14. 2.58	Palavit	23. 6.58

Nr.	Name	Alter	Ursache d. Defekts	Unfalltag	Art der Schädelplastik	Op. tag
18	Do., J.	35 J.	Turricephalie	-	Palavit	13. 8.58
19	Be., M.	38 J.	Impressionsfraktur	3. 6.57	Palavit	17. 2.59
20	Be., A.	37 J.	Meningiom	-	Palavit	26. 3.59
21	Fi., R.	51 J.	Impressionsfraktur	2. 5.56	Palavit	24. 4.59
22	Hü., M.	26 J.	Impressionsfraktur	20. 8.58	Palavit	25. 1.60
23	Wei., A.	30 J.	Impressionsfraktur	19. 5.60	Palavit	7.11.60
					entfernt	25. 7.62
24	Sch., N.	30 J.	Impressionsfraktur	22. 2.60	Palavit	22.11.60
25	Vi., A.	49 J.	Osteom	-	Palavit	23. 2.61
26	Sch., A.	23 J.	Impressionsfraktur	9.10.60	Palavit	28. 6.61
27	Sch., J.	22 J.	Impressionsfraktur	14.11.60	Palavit	12. 7.61
28	Sch., H.	26 J.	Impressionsfraktur	22. 2.61	Palavit	26.10.61
29	Wa., W.	57 J.	Impressionsfraktur	20. 3.61	Palavit	6.11.61
30	Bau., E.	31 J.	Impressionsfraktur	28. 2.61	Palacos	17. 1.62
31	He., M.	30 J.	Osteomyelitis	-	Palacos	4. 2.62
32	Ba., E.	59 J.	Impressionsfraktur	25. 6.61	Palacos	15. 6.62
					entfernt	6. 8.63
					Palacos	28. 1.65
33	Ro., H.	24 J.	Impressionsfraktur	12. 7.59	Palacos	17. 1.63
34	Do., H.	49 J.	Meningiom	-	Palacos	28. 2.63
35	Rau., F.	22 J.	Epidural. Hämatom	14. 4.62	Palacos	11. 4.63
36	Zo., E.	44 J.	Impressionsfraktur	31.10.62	Palacos	17. 4.63
37	Be., W.	43 J.	Impressionsfraktur	6.10.41	Palacos	8. 5.63
38	Sw., P.	38 J.	Osteom	-	Palacos	3. 7.63
39	La., J.	15 J.	Himabszeß	-	Palacos	25. 7.63
40	Wa., L.	19 J.	Impressionsfraktur	1. 8.62	Palacos	13. 8.63
41	Kl., T.	34 J.	Stirnhöhlenabszeß	1948	Palacos	13. 9.63
42	Wo., M.	44 J.	Subdurales u. intracerebral. Hämatom	10. 8.62	Palacos	1.10.63
43	Al., G.	30 J.	Impressionsfraktur	22. 9.62	Palacos	13. 1.64

Nr.	Name	Alter	Ursache d.Defekts	Unfalltag	Art der Schädelplastik	Op.tag
44	Ei.,J.	42 J.	Impressionsfraktur	11. 8.61	Palacos	18. 2.64
45	Sch.,N.	25 J.	Impressionsfraktur	18. 6.63	Palacos	3. 7.64
46	Bu.,W.	37 J.	Wachsende Fraktur	-	Palacos	14. 1.65
47	Re.,G.	21 J.	Impressionsfraktur	4. 7.50	Palacos	2. 3.65
48	Sch.,L.	33 J.	Exostose	-	Palacos	13. 5.65
49	Tr.,M.	62 J.	Meningiom	-	Palacos	31. 5.65
50	Gö.,G.	42 J.	Impressionsfraktur	25. 6.64	Palacos	2. 6.65
51	Kr.,A.	36 J.	Impressionsfraktur	4. 3.64	Palacos	7.10.65
52	Pf.,K.	22 J.	Impressionsfraktur	17. 4.64	Palacos	29.11.65
53	Gr.,G.	18 J.	Impressionsfraktur	13. 4.65	Palacos	13. 1.66
54	Ma.,H.	30 J.	Eosinophil.Granul.	-	Palacos	28. 3.66
55	Mi.,L.	26 J.	Impressionsfraktur	27. 2.66	Palacos	14. 4.66
56	Sp.,I.	24 J.	Fibröse Dysplasie Jaffé-Lichtenstein	-	Palacos	28. 4.66
57	Go.,F.	50 J.	Epi-u.subdurales Hämatom	20. 2.66	Palacos	9. 5.66
58	Si.,F.	65 J.	Subdur.Hämatom	6. 5.66	Palacos	26. 5.66
59	Le.,O.	50 J.	Meningiom	-	Palacos	16. 6.66
60	Gr.,G.	19 J.	Sarkom	18.12.65	Palacos	19. 7.66
61	Bi.,W.	47 J.	Osteom	-	Palacos	8. 8.66
62	Kü.,O.	27 J.	Epi-u.subdurales Hämatom	1.11.65	Palacos	17. 8.66
63	Lo.,A.	47 J.	Subdural.Hämatom	26. 7.66	Palacos entfernt	18. 8.66 12.12.66
64	Ja.,D.	31 J.	Hirnödem	23. 1.66	Palacos	5. 9.66
65	Gö.,M.	41 J.	Osteomyelitis	29. 3.65	Palacos	13.10.66
66	Kl.,H.	40 J.	Hämangiom	-	Palacos	5. 1.67
67	Di.,E.	27 J.	Impressionsfraktur	1962	Palacos	11. 1.67
68	Fe.,H.	54 J.	Impressionsfraktur	20. 1.67	Palacos	8. 3.67
69	Sch.,E.	45 J.	Osteom	-	Palacos	6. 4.67
70	Tr.,J.	53 J.	Osteom	-	Palacos	10. 4.67
71	Ge.,H.	27 J.	Meningiom	-	Palacos	5. 6.67
72	St.,K.	52 J.	Osteomyelitis	2. 8.65	Palacos	24. 7.67

II. Ätiologie der Schädeldefekte

Bei allen unseren Patienten handelte es sich um erworbene Schädeldefekte. In 42 Fällen (= 58%) war der Schädeldefekt durch ein Trauma verursacht, während tumoröse oder entzündliche Knochenerkrankungen in 22 Fällen (= 31%) Ursache für den Schädeldefekt waren. In 8 Fällen (= 11%) wurde bei einer Entlastungstrepanation der Knochendeckel nicht wieder eingefügt (vgl. Tab. 10).

Tab. 10

Ätiologie der Schädeldefekte bei dem eigenen Krankengut

1. Schädeltraumen

Verkehrsunfälle	20	
Betriebsunfälle	11	
Wachsende Schädelfrakturen	2	
Sonstige	9	
Summe	42	(= 58%)

2. Destruierende Schädelknochenprozesse

Meningiome	5	
Osteome	5	
Hämangiome	2	
M. Recklinghausen	1	
Sarkom	1	
Eosinoph. Granulom	1	
Osteomyelitis	3	
Fibröse Dysplasie Jaffé-Lichtenstein	1	
Sonstige	3	
Summe	22	(= 31%)

3. Entlastungstrepanationen

Sub-u. epidurale Hämatome	6	
Hirnödem	1	
Turricephalie	1	
Summe	8	(= 11%)

III. Lokalisation der Schädeldefekte

Von den 72 an unserer Klinik behandelten Schädelknochendefekten waren 38 im Frontalbereich, 7 im Frontoparietalbereich, 14 im Parietalbereich, 8 im Temporalbereich und 5 im Occipitalbereich lokalisiert (vgl. Tab.11).

Tab.11

Lokalisation der Schädeldefekte bei dem eigenen Krankengut

	rechts	links	medial	Summe
frontal	15	14	9	38
fronto-parietal	4	3		7
parietal	8	5	1	14
temporal	5	3		8
occipital	3	1	1	5
Summe	35	26	11	

Die meisten Schädeldefekte(über 50%) lagen also frontal, was sich als Folge der frontobasalen Verletzungen ohne Schwierigkeit erklären läßt. Tab.11 zeigt weiterhin, daß Schädeldefekte bei unserem Krankengut rechts etwas häufiger vorkamen als links. Dies betrifft sowohl die durch Verletzungen entstandenen Schädeldefekte, als auch die durch Knochenerkrankungen verursachten.

IV. Ergebnisse der plastischen Deckung beim eigenen Krankengut

Für die eigenen Schädeldachplastiken wurde autoplastisches, homoioplastisches, heteroplastisches und alloplastisches Transplantationsmaterial verwendet. Um die mit den einzelnen Methoden erzielten Ergebnisse vergleichen zu können, wurden diejenigen Fälle ausgewertet, bei denen die plastische

Operation mindestens ein Jahr zurücklag, da wir mit Grant und Norcross (1939) der Ansicht sind, daß die Nachbeobachtungszeit mindestens 12 Monate betragen sollte, ehe die Einheilung als endgültig bezeichnet werden kann.

Von 72 Patienten hatten 8 (Nr. 13, 66, 67, 68, 69, 70, 71 und 72) zum Zeitpunkt der Niederschrift der Arbeit die Nachbeobachtungszeit von 12 Monaten noch nicht erreicht. Von den restlichen 64 Patienten mit 65 Schädelplastiken konnten 56 im Laufe des letzten Jahres nachuntersucht werden, so daß eine Beurteilung in 57 Fällen möglich ist. Die Ergebnisse sind in Tabelle 12 zusammengestellt.

9 Patienten (Nr. 4, 5, 6, 10, 21, 39, 44, 47 und 60) konnten nicht nachuntersucht werden, da sie entweder nicht erreichbar oder verstorben waren.

Tab. 12

Ergebnisse bei den eigenen Schädeldachplastiken mit Katamnesen von mindestens 12 Monaten

Material	Anzahl	Nachuntersucht	Erfolge	Mißerfolge
Periostknochenlappen	1	1	1	0
Beckenkammspan	2	2	2	0
Rippenknorpel	2	0	-	-
Kältekonservierter Fremdknochen	5	3	3	0
Kieler Span	2	2	2	0
Supramid	3	3	2	1
Palavit u. Palacos	50	46	43	3(=6,5%)
S u m m e	65	57	53(=93%)	4(= 7%)

Von den 56 nachuntersuchten Patienten haben insgesamt 53 (= 93%) ein gutes

Ergebnis, d.h. die Plastik ist in kosmetisch befriedigender Weise eingeheilt. (Auch bei den 8 nicht mitverwerteten Fällen ließen sich bisher keinerlei Anzeichen einer Entzündung oder sonstigen Komplikation erkennen).

Bei 4 Patienten mußte die Plastik wieder entfernt werden, diese Fälle haben wir als Mißerfolg angesehen. Alle Mißerfolge traten bei a l l o p l a s t i s c h e n Transplantationen auf. Eine Supramidplastik und 3 Palacosplastiken mußten wegen Infektion entfernt werden (vgl. Tab. 13).

Tab. 13

Mißerfolge bei den eigenen Schädelplastiken

Fall Nr.	Material	Zeitraum nach dem die Plastik entfernt wurde	Lokalisation	Bemerkungen
15	Supramid	1,7 Jahre	fronto-parietal	Sekundärheilung der 1. Wunde
23	Palavit	1,8 Jahre	parietal	kleine Hautnekrose
32	Palacos	1,2 Jahre	frontal	Schädeldachosteomyelitis vorausgegangen
63	Palacos	4 Monate	parietal	

Tab. 13 zeigt, daß der Zeitpunkt der Entfernung zwischen 4 Monaten und 1,8 Jahren nach der plastischen Operation lag.

Bei unserem Fall Nr. 15 wurde die Plastik 3 Monate nach einer sekundär geheilten Schädeloperation eingesetzt, und der Mißerfolg ist wohl darauf zurückzuführen, daß der Zeitpunkt für die Plastik zu früh gewählt worden war. Dasselbe gilt für unseren Fall Nr. 32, hier war der plastischen Operation eine Schädeldachosteomyelitis vorausgegangen. Die Plastik, die im übrigen über zwei Handteller groß war, war ein halbes Jahr nach Abklingen der entzündlichen Erscheinungen eingesetzt worden. Auf die Frage, wann der günstigste Zeitpunkt für

die Schädelplastik ist, soll später noch zusammenfassend eingegangen werden. 17 Monate nach Entfernung der ersten Plastik wurde unser Patient Nr. 32 erneut mit Palacos versorgt (Beobachtungszeit über 2 Jahre, komplikationslos).
Bei unserem Fall Nr.63 kam es von einem alten Stichkanal ausgehend zur Frühinfektion des Transplantatbettes.

Die Patienten, die mit autoplastischen Knochentransplantaten behandelt wurden, wiesen ein gutes Ergebnis auf. Dieses Material wurde hauptsächlich für die Schädeldefektdeckung bei Kindern verwendet. Das kosmetische Ergebnis war in allen Fällen gut, wie auch Abb.1 zeigt.

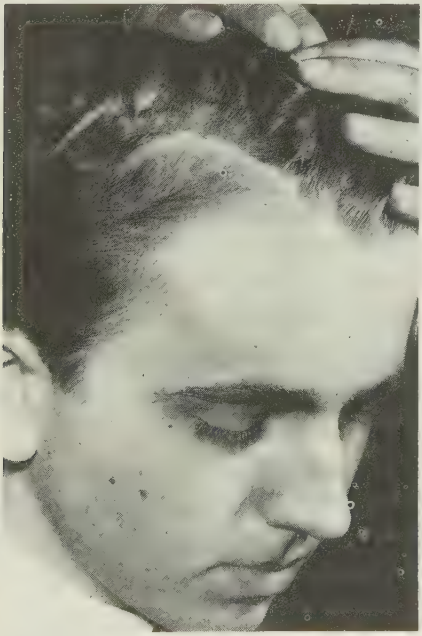


Abb.1

16-jähriger Junge, bei dem im Alter von 12 Jahren ein rechts frontal gelegener etwa 5 x 12 cm großer Knochendefekt mit einem Beckenkammspan gedeckt wurde.

Von 5 Patienten, die mit tiefgekühltem Fremdknochen aus der Knochenbank behandelt wurden, konnten 3 nachuntersucht werden. Die Plastiken sind reizlos eingeheilt, jedoch ist in 2 von 3 Fällen das kosmetische Ergebnis sehr schlecht, da das Transplantat eingesunken und teilweise resorbiert worden ist.

2 Patienten, ebenfalls Kinder, wurden mit Kieler Knochenspan-Transplantaten behandelt. Die Späne heilten reizlos ein, und das kosmetische Ergebnis war zufriedenstellend. In einem Fall war bei der röntgenologischen Nachuntersuchung 1 1/2 Jahre nach der plastischen Operation noch keine Kalkeinlagerung im Span nachweisbar, obwohl die Plastik bei der äußeren Untersuchung fest war. - Die Größe der Knochendefekte betrug maximal 3 x 4 cm, es handelte sich also durchweg um kleinere Defekte.

Supramidplastiken wurden dreimal durchgeführt. Zwei heilten ein, eine mußte wegen Infektion entfernt werden.

Seit 1958 werden an der Neurochirurgischen Universitätsklinik Erlangen-Nürnberg für die Schädeldefektdeckung bei Erwachsenen im allgemeinen die Acrylharzkunststoffe Palavit bzw. Palacos verwendet. Wir konnten 45 Patienten mit 46 Kunststoffplastiken nachuntersuchen. 43 Palacosplastiken zeigten gute Ergebnisse, während in 3 Fällen (= 6,5%) das Transplantat wegen Infektion entfernt werden mußte (vgl. Seite 26). Das kosmetische Ergebnis war in 27 Fällen sehr gut, in 16 Fällen gut. Keiner dieser Patienten war mit dem kosmetischen Effekt seiner Kunststoffplastik unzufrieden. Abbildung 2 und 3 (Seite 29) geben ein Beispiel für das ausgezeichnete kosmetische Ergebnis.
Unverträglichkeitserscheinungen infolge der Plastik konnten nicht beobachtet werden. Lediglich in 15 Fällen wurde in den ersten Tagen nach der Operation eine Ansammlung seröser oder sanguinolenter Flüssigkeit unter dem Hautlappen beobachtet. Diese Ergüsse, die wir nicht nur nach Palacosplastiken, sondern auch nach plastischen Operationen mit Beckenkamm- und Kieler Span-Transplantaten beobachteten, erwiesen sich bei bakteriologischer Untersuchung immer als steril.

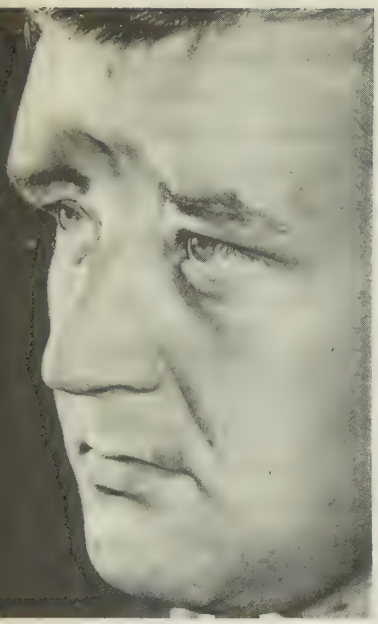


Abb. 2 und 3

28-jähriger Patient mit entstellendem frontalen Knochendefekt nach frontobasaler Impressionsfraktur vor und nach der plastischen Deckung des Knochendefektes mit Palacos.

Von den Patienten mit Schädeldachdefekt wurde am häufigsten über folgende Beschwerden geklagt:

Kopfschmerzen, besonders bei Witterungswechsel,

Schwindel, besonders beim Bücken,

Druck im Kopf beim Heben,

Leichte Ermüdbarkeit,

Konzentrationsschwäche,

Reizbarkeit, Nervosität.

Diese Beschwerden werden von manchen Autoren unter dem Begriff des Trepanationssyndroms zusammengefaßt (Grant und Norcross 1939, Woolf und Walker 1945, Reeves 1950, Ivanovskij 1952). Dieser Ausdruck scheint nicht sehr glücklich (vgl. auch Seite 34), deshalb wird er in Anlehnung an Grantham und Landis (1948) durch den Begriff des post-traumatischen Syndroms ersetzt. Von unseren Patienten mit Schädeldefekt gaben 20 Beschwerden an, die als post-traumatisches Syndrom angesehen wurden. Nach der plastischen Operation trat bei 2 Patienten eine Besserung der Beschwerden ein, bei den restlichen war kein Unterschied gegenüber vorher festzustellen. Eine Verschlimmerung nach Einsetzen der Plastik wurde in einem Fall bemerkt.

Bei 7 unserer Patienten hatte sich nach der Hirnverletzung ein posttraumatisches cerebrales Anfallsleiden entwickelt. Das Intervall zwischen Kopfverletzung und Auftreten der ersten Krampfanfälle lag zwischen 6 Monaten und 12 Jahren. 4 Patienten wurden jedoch nach der Deckung des Schädeldefektes anfallsfrei. Gleichzeitig erfolgte aber eine antiepileptische Behandlung, so daß die Besserung der traumatischen Epilepsie nicht eindeutig auf die Deckung des Schädeldefektes zurückgeführt werden kann. Diese Ergebnisse sind in Tabelle 14 noch einmal zusammengefaßt.

Tab. 14

Beeinflussung des posttraumatischen Syndroms und der traumatischen Epilepsie durch die Schädelplastik

	Anzahl	gebessert	nicht gebessert	verschlechtert
Posttraumat. Syndrom	20	2	17	1
Traumat. Epilepsie	7	4 (?)	3	0

E. Besprechung der Ergebnisse

1. Vergleich der Methoden

Die heute üblichen Verfahren zur Deckung von Schädeldachdefekten gliedern sich in drei Gruppen:

1. Plastik durch autologen Knochen
2. Plastik mit tiefgekühltem, homoiologem Fremdknochen
3. Alloplastik mit schnellhärtenden Kunststoffen.

Wir haben die uns bekannt gewordenen Fälle aus der Literatur der letzten 20 Jahre - diese Einschränkung erfolgte wegen der ständig verbesserten Operationstechnik und Nachbehandlung - statistisch ausgewertet. Die Ergebnisse, die mit den einzelnen Methoden erzielt wurden, sind in Tab.15 zusammengefaßt.

Tab.15

Vergleich der heute üblichen Methoden der Schädeldachplastik

Autoplastiken	Anzahl	Erfolge	Mißerfolge
Literatur	221	220	1 (0,5%)
eigenes Krankengut	3	3	0
Gesamt	224	223	1 (0,5%)
Homoioplastiken			
Literatur	104	97	7 (6,7%)
eigenes Krankengut	3	3	0
Gesamt	107	100	7 (6,6%)
Alloplastiken mit schnellhärtenden Acrylharzen			
Literatur	151	148	3 (2%)
eigenes Krankengut	46	43	3 (6,5%)
Gesamt	197	191	6 (3%)

Es zeigt sich daß die Ergebnisse der autoplastischen Methode mit nur 0,5% Mißerfolgen weitaus am günstigsten sind. Dieses Ergebnis können wir auch bei dem eigenen Krankengut - allerdings bei äußerst geringer Zahl - bestätigen.

Die homoiologen Schädelplastiken zeigen in der Literatur mit durchschnittlich 6,7% Mißerfolgen ein wesentlich ungünstigeres Ergebnis. Bei den eigenen Schädelplastiken mit tiefgekühltem Fremdknochen sahen wir zwar keine Mißerfolge durch Infektion des Transplantates, jedoch wurde wegen der schlechten kosmetischen Ergebnisse (teilweise Resorption des Transplantates in 2 von 3 Fällen) von dieser Methode Abstand genommen.

Die Schädeldachplastiken mit schnellhärtenden Kunststoffen weisen in der Literatur durchschnittlich 2% Mißerfolge auf. Dieses Ergebnis kann ebenfalls als sehr günstig bezeichnet werden. Bei sorgfältigen Katamnesen mit einer Nachbeobachtungszeit von mindestens einem Jahr dürfte sich diese Zahl sicher noch erhöhen. Auf diese Einschränkung wurde bereits auf Seite 17 hingewiesen. Wir sahen bei dem eigenen Krankengut in 6,5% Mißerfolge bei den Palacosplastiken, wobei lediglich diejenigen Fälle ausgewertet wurden, die eine Nachbeobachtungszeit von mindestens einem Jahr aufwiesen. Zusammenfassend ergibt sich somit bei der Auswertung aller uns bekannter Schädelplastiken mit autopolymerisierenden Kunstharzen eine Mißerfolgsrate von 3%.

Die in der Literatur vertretene Ansicht, daß Alloplastiken, die im Frontobasalbereich angelegt werden, durch die Nachbarschaft der Nasennebenhöhlen besonders infektionsgefährdet seien, kann auf Grund unserer Erfahrungen n i c h t geteilt werden. Die Mißerfolge bei den eigenen Patienten ließen sich in keinem Fall auf Infektion von den Nasennebenhöhlen aus zurückführen.

Die bisherigen Ausführungen bezogen sich auf die Schädeldachplastik bei Erwachsenen. Bei Kindern liegen - wegen des noch wachsenden Schädels - besondere Verhältnisse vor.
Kunststoff kommt als Transplantationsmaterial nicht infrage, "da die Kinder

dem eingesetzten Knochendeckel im Laufe der Entwicklung davonwachsen" (Kloss 1963). Deshalb wird bei Kindern bei der Versorgung von Schädeldachlücken meist auf die Autoplastik zurückgegriffen. Longacre und de Stefano (1957) verwenden gespaltene Rippen, die sie nebeneinander in den Defekt legen, und haben mit dieser Methode auch bei ausgedehnten Schädeldefekten ausgezeichnete Erfolge. Wagner und Umbach (1963) dagegen setzen schmale Knochenspangen von den Rippen oder Beckenkamm gitterförmig in den Defekt. Sie räumen ein, daß der kosmetische Effekt nicht immer ganz zufriedenstellend sei.

In der Neurochirurgischen Universitätsklinik Erlangen-Nürnberg wurden 6 Kinder mit Schädeldefekten operiert. In 3 Fällen (Kasuistik S.20 Nr.1, 2 und 3) wurde autologer Knochen (Periostknochenlappen bzw. Beckenkammspan) verpflanzt - mit gutem Erfolg. In den anderen 3 Fällen (Nr.11, 12 und 13) wurde ein Kieler Knochenspan in den Defekt eingesetzt. Diese Methode wurde bei kleinen Schädeldefekten wegen der einfacheren Handhabung angewendet, während bei ausgedehnteren Defekten die Transplantation mit autoplastischen Knochen bevorzugt wurde.

II. Indikationen zur Schädeldachplastik

Beim Studium der Literatur über die Schädeldachplastik fällt auf, daß die Diskussion fast immer nur um Material und Technik geht, hinsichtlich der Indikation besteht bei allen Autoren eine bemerkenswerte Einigkeit. Übereinstimmend sind Woolf und Walker (1945), Krüger (1954), Heppner (1963) u.a. der Ansicht, daß alle Schädeldefekte, die über handtellergroß sind, plastisch gedeckt werden sollten, einmal um Druckschwankungen des Schädelinhaltes zu vermeiden, zweitens zum Schutze des Hirns und schließlich aus kosmetischen Gründen. In jüngerer Zeit wird von den meisten Autoren jedoch auch die plastische Versorgung kleinerer Schädeldefekte befürwortet, besonders, wenn diese im Frontalbereich liegen und kosmetische Entstellungen hervorrufen (Merrem 1954, Krüger 1954, Klein 1958, Göhring 1960).
Nach unseren Erfahrungen hat es sich bewährt, die Indikation zur plastischen

Operation zu stellen, wenn einer oder mehrere der folgenden Zustände vorliegen:

1. kosmetische Entstellung,
2. erhebliche sonstige posttraumatische Beschwerden,
3. Gefühl der Unsicherheit mit Angst vor erneutem Trauma

ad 1: Zu einer stärkeren kosmetischen Entstellung führen naturgemäß vor allem Defekte im Bereich der Stirn, Schläfen und Augenbrauen. In diesen Fällen behandeln wir auch ziemlich kleine Schädeldefekte - von etwa Zweimarkstückgröße an - mit einer Palacosplastik. Es ist bekannt, daß im Gesichtsschädelbereich selbst kleine Defekte zu einer Entstellung der ganzen Gesichtskontur führen; der Patient fühlt diesen Makel sehr deutlich und reagiert mit Unsicherheit, Hemmungen und Minderwertigkeitsgefühlen. Daraus resultieren Kontaktschwierigkeiten und unter Umständen Beziehungskomplexe und soziale Einbuße. Wir konnten bei einem Patienten (Fall Nr.45) ein solches Schicksal recht gut verfolgen.
Kleinere Defekte, die am behaarten Kopf liegen, vorausgesetzt, daß sie keine sonstigen Beschwerden verursachen, werden im allgemeinen nicht operiert.

ad 2: Am häufigsten klagen die Patienten über folgende Beschwerden

Kopfschmerzen bei Witterungswechsel
Schwindel beim Bücken
Konzentrationsschwäche
leichte Ermüdbarkeit

Diese Erscheinungen werden im allgemeinen auf den Defekt im Schädelknochen zurückgeführt und daher im anglo-amerikanischen Schrifttum auch T r e p a n a t i o n s s y n d r o m genannt (Grant und Norcross 1939, Woolf und Walker 1945, Reeves 1950, Ivanovskij 1952). Da diese Beschwerden jedoch in den meisten Fällen eine Folgeerscheinung der Contusio cerebri bzw. des Schädelhirntraumas sind und nicht allein durch den Schädeldefekt verursacht werden, soll hier anstatt Trepanationssyndrom lieber der Ausdruck p o s t t r a u m a t i s c h e s Syndrom (Grantham und Landis 1948) verwendet werden. Diese Auffassung wird auch dadurch bestätigt, daß die plastische Versorgung der Schädel-

lücke diese Beschwerden in den meisten Fällen nicht beseitigt. Wie schon auf Seite 30 ausgeführt, konnte bei dem eigenen Krankengut von 20 Patienten, die unter dem posttraumatischen Syndrom litten, nur in 2 Fällen eine Besserung durch die Operation erzielt werden. Über ähnlich unbefriedigende Ergebnisse berichten Grantham und Landis (1948) und Albrecht (1964).
Aufgrund dieser Erfahrungen sollte man das posttraumatische Syndrom nur als eine relative Indikation für die plastische Operation betrachten.

ad 3: Die Gefahr einer Verletzung des "bloßliegenden" Gehirns wird im allgemeinen von den Patienten bei weitem überschätzt. Dennoch leiden viele Patienten unter dem Gefühl der Unsicherheit und der Angst, durch einen spitzen Gegenstand könne das Gehirn erneut verletzt werden. Es wird daher empfohlen, auch in solchen Fällen eine Plastik einzusetzen (Woolf und Walker 1945, Schönbauer und Winkler 1954, Marschner 1957, Klein 1958 und Rau 1963).

Der Wert einer Schädelplastik bei posttraumatischen cerebralen Anfallsleiden ist umstritten. Dennoch soll an dieser Stelle kurz auf die damit zusammenhängenden Probleme eingegangen werden.
Über die Häufigkeit von cerebralen Krampfanfällen nach Hirnverletzungen liegen u.a. folgende Statistiken vor:

Tab.16

Posttraumatische Anfallsleiden nach Hirnverletzungen (nach Angaben der Literatur)

Autor	Jahr	Fallzahl	Epilepsiehäufigkeit insgesamt	b.off. H.V.	b.ged.H.V.
Steinthal	1926	639	35,5 %	38,7 %	
Baumm	1930	1040	24 %	44 %	
Credner	1930	1990	38,2 %	49,5 %	20,3 %
Vogeler	1931	1334	16,5 %		
Tönnis	1947	781	19 %	20,6 %	10,7 %
Birkmayer	1951	2335	11,8 %	23,4 %	10,2 %
Brun	1963	1648	8 %		

Die Häufigkeit der posttraumatischen Epilepsie schwankt zwischen 35,5 und 8 %, bezogen auf die Gesamtzahl der Schädelhirnverletzungen. Schlüsselt man diese weiter auf, so zeigt sich, daß Krampfanfälle nach offenen Hirnverletzungen bei weitem häufiger auftreten als nach gedeckten, wie auch Tab.16 zeigt. Bei dem eigenen Krankengut entwickelte sich bei 7 (= 17 %) von 42 Patienten mit Schädeldachdefekt nach Impressionsfraktur ein posttraumatisches cerebrales Anfallsleiden.

Den Einfluß der Lokalisation der Hirnverletzung auf das Auftreten einer posttraumatischen Epilepsie zeigt eine Zusammenstellung Rosenhagens (1956). Danach finden sich posttraumatische cerebrale Anfallsleiden am häufigsten nach Verletzungen der zentro-parietalen Region, dann folgen frontale und temporo-parietale Region und schließlich Occipitalregion, während Verletzungen der basalen Bereiche mit Abstand folgen. Tönnis (1947), Otto (1950) und Birkmayer (1951) kommen zu denselben Ergebnissen.

Die Ursachen der Krampfanfälle nach Hirnverletzungen sind komplex und bis heute noch nicht restlos geklärt. Konstitutionelle Faktoren spielen sicher keine entscheidende Rolle. Überwiegend werden die narbigen Verwachsungen zwischen Dura und Gehirn für die Krampfanfälle verantwortlich gemacht.

Für die Schädeldefektplastik ergeben sich hieraus zwei Folgerungen:

1. Vor der Defektdeckung sollte eine eventuell vorhandene Durahirnnarbe exzidiert werden.
2. Für die Plastik sollte ein Material verwendet werden, welches nicht zu neuerlichen Verlötungen zwischen Schädeldecke, Dura und Gehirn führt.

Werden diese zwei Forderungen erfüllt, so müßte theoretisch durch die Schädeldefektdeckung eine Besserung der traumatischen Epilepsie zu erwarten sein. Die Erfahrung lehrt jedoch, daß dies keineswegs immer der Fall ist. Zwar berichten Koenig (1890), Klages (1939), Mäkelä (1949), Bürkle de la Camp (1938), Ivanovskij (1952), Krüger (1954), Göhring (1960) u.a. über Fälle, bei denen schon die Deckung des Schädeldefektes zur Besserung eines bestehenden posttraumatischen Anfallsleidens geführt hat. Andererseits werden jedoch auch immer wieder Fälle bekannt, bei denen sich Krampfanfälle nach Durchführung der Schä-

delplastik verschlimmerten (Otto 1950, Tönnis 1954, Rosenhagen 1956). Rosenhagen (1956) kommt zu dem Schluß, daß die Knochendefekte als solche als anfallbegünstigendes Moment offenbar keine Rolle spielen.
Walker und Erculei (1963) zeigen anhand einer Statistik von 273 Kopfverletzten des zweiten Weltkrieges mit Schädeldefekt, daß die posttraumatische Epilepsie durch die Deckung des Schädeldefektes nicht beeinflußt wird.

III. Kontraindikationen

Alle Autoren sind sich darüber einig, daß ein entzündlicher Prozeß in der Umgebung des Knochendefektes eine absolute Kontraindikation für die plastische Operation darstellt, da es in solchen Fällen zur Infektion des Transplantatbettes kommen kann, und die Plastik entfernt werden muß.
Woolf und Walker warfen 1945 die Frage auf, ob Fremdkörper im Gehirn eine Kontraindikation für die Schädelplastik darstellen. Sie lehnen aufgrund ihrer Erfahrungen diese Möglichkeit jedoch ab, und lassen sie nur für den speziellen Fall gelten, daß sich Knochenfragmente im Gehirn befinden, in der Annahme, daß diese eine potentielle Infektionsquelle darstellen.
Ergibt die Liquoruntersuchung einen pathologischen Befund, so stellt dies nach Grant und Norcorss (1939) ebenfalls eine Kontraindikation für die Schädelplastik dar. Insbesondere Eiweiß- und Zellvermehrung geben Hinweis dafür, daß sich im Gehirn oder seinen Häuten ein entzündlicher Prozeß abspielt, meist handelt es sich in solchen Fällen wohl um einen Hirnabszeß.
Erhöhter Liquordruck läßt den Verdacht auf einen raumfordernden Prozeß innerhalb des Schädels aufkommen. Würde in einem solchen Fall eine Schädelplastik ausgeführt, so käme es bei mangelnder Druckentlastung entweder zum Abheben der Plastik oder zu sich verstärkenden Hirndrucksymptomen mit Kopfschmerzen, Erbrechen und Stauungspapille. Daher stellt eine Stauungspapille dann eine Kontraindikation für die plastische Operation dar, wenn sie Symptom einer intracraniellen Drucksteigerung ist.

IV. Zeitpunkt für die plastische Operation

Bei aseptischen Wundverhältnissen, wie sie z.B. bei unseren Fällen Nr.19, 34 oder 38 vorlagen, kann die plastische Operation sofort ausgeführt werden. In diesen Fällen wurde ein Teil des Knochendeckels, der Sitz einer Geschwulst war, entfernt und in derselben Sitzung eine Palacosplastik eingesetzt.
Liegt jedoch eine infizierte Wunde vor, wie dies ja bei allen offenen Impressionsfrakturen des Schädels der Fall ist, wird geraten, mit der plastischen Operation auf jeden Fall solange zu warten, bis mit Sicherheit alle entzündlichen Prozesse in der Schädelkapsel zur Ruhe gekommen sind, andernfalls besteht das Risiko, daß die Plastik durch Wiederaufflackern der Entzündung mißlingt (Guleke 1913-1919, Grant und Norcross 1939, Lauber 1947, Albrecht 1964). Allerdings besteht keine Einigkeit darüber, wieviel Zeit von der Heilung der Wunde bis zur plastischen Operation verstreichen soll. Guleke (1913-1919) steht auf dem Standpunkt, daß man nach der Vernarbung der Wunde ein halbes Jahr mit der Plastik warten solle, während Morison (1927) der Ansicht ist, daß ein Zeitraum von 3 Monaten ausreichend sei, und Woolf und Walker (1945) sogar nur einen Monat Wartezeit für erforderlich halten. Grant und Norcross (1939), Bauer (1954) und Hauk (1958) sprechen sich dafür aus, daß nach einer infizierten Wunde mindestens ein Jahr vergehen solle bis zur Plastik. Es ist ja auch bekannt, daß entzündliche Prozesse, die längst als abgeheilt angesehen worden waren, noch nach Jahren wieder aufflackern können (Grant und Norcross 1939).
Bei den eigenen Patienten mit Impressionsfrakturen betrug das Intervall zwischen Unfall und Plastik-Operation zwischen 4 Monaten und 21 Jahren, die meisten Patienten (75 %) wurden zwischen 6 Monaten und 1,8 Jahren nach dem Unfall mit einer Schädelplastik versorgt.
Wir sind auch der Ansicht, daß das Intervall zwischen Heilung der Wunde und plastischer Operation im allgemeinen mindestens ein halbes Jahr betragen sollte; in besonderen Fällen, z.B. bei Schädeldachosteomyelitis, jedoch mindestens ein Jahr. Durch Nichtbeachten dieser Regel sahen wir Mißerfolge.

F. Zusammenfassung

Anhand der Literatur und unter Berücksichtigung von 72 Fällen von Schädeldachplastiken aus der Neurochirurgischen Klinik der Universität Erlangen-Nürnberg werden die verschiedenen Methoden zur plastischen Deckung von Schädeldefekten mit besonderer Berücksichtigung der schnellhärtenden Acrylharzkunststoffe (Palacos) diskutiert. Weiterhin werden Ätiologie von Schädeldefekten, die Indikationen, Kontraindikationen und Zeitpunkt für die plastische Deckung des Defektes besprochen.

Die statistische Auswertung der Literatur der letzten 20 Jahre ergibt, daß Autoplastiken 0,5 %, Homoioplastiken 6,7 % und Kunststoffplastiken mit schnellhärtenden Acrylharzen 2 % Mißerfolge aufweisen. Vor- und Nachteile der einzelnen Methoden werden eingehend dargelegt.

Die Ergebnisse, die durch Nachuntersuchen der eigenen Patienten gewonnen wurden, weichen von denen der Literatur geringfügig ab: 3 Autoplastiken zeigten keine, 3 Homoioplastiken ebenfalls keine und 46 Palacosplastiken 3 (= 6,5 %) Mißerfolge. Für alle uns bekannt gewordenen Schädelplastiken mit schnellhärtenden Kunststoffen wurde somit eine Mißerfolgsrate von 3 % ermittelt.

Außerdem wurden noch 2 Schädelplastiken mit Kieler Knochenspan (ohne Mißerfolge) und 3 Supramidplastiken (1 Mißerfolg) nachuntersucht.

Das kosmetische Ergebnis war bei den Homoioplastiken schlecht, da die Transplantate teilweise resorbiert worden waren; bei den anderen Methoden in allen Fällen gut.

Das sogenannte posttraumatische Syndrom wurde durch Einfügen einer Schädelplastik nicht gebessert. Bei 7 Patienten mit posttraumatischer Epilepsie ließen sich die Besserungen nicht eindeutig auf die Schädelplastik zurückführen.

Wichtigste Indikationen für die plastische Operation sind: Kosmetische Entstellung, erhebliche sonstige posttraumatische Beschwerden.

Entzündliche Prozesse in der Umgebung des Knochendefektes oder Liquorbefunde, die auf eine Entzündung im Innern des Schädels schließen lassen, sind eine Kontraindikation für die plastische Operation; ebenfalls eine intrakranielle Drucksteigerung.

Der Zeitpunkt für die Einfügung der Plastik hängt von der Art der Verletzung und

der Vorgeschichte ab. Bei aseptischen Wundverhältnissen kann die Plastik sofort eingesetzt werden. Liegt eine infizierte Wunde vor, soll mit der plastischen Operation mindestens ein halbes Jahr gewartet werden, nach Schädeldachosteomyelitis mindestens ein Jahr.

G. Literaturverzeichnis

1. Aldunate, A.: A plastic method for refilling of facial and skull depressions. Plast.recontr.Surg. 7, 147 (1951)

2. Albrecht, K.: Über das Hämangiom des Schädelknochens. Zugleich ein Beitrag zur Deckung von Schädeldefekten mit dem neuen Kunststoff Supramid. Bruns Beitr.klin.Chir. 179, 425 (1950)

3. Albrecht, K.: Über die Deckung von Schädeldefekten mit tiefgekühlten Schädeldachfremdtransplantaten. Zbl.Chir. 89, 1137 (1964)

4. Aust, W.: Beitrag zur Transplantation mit alloplastischem Material bei Knochendefekten des Schädels. Chirurg 23, 19 (1952)

5. Axhausen, W.: Zur Technik der Schädelplastik. Langenbecks Arch.klin.Chir. 107, 551 (1916)

6. Babcock, W.W.: "Soup bone" implant for the correction of defects of the skull and face. J.Amer.med.Ass. 69, 352 (1917)

7. Ballance, C.A.: A Glimpse into the History of Surgery of the Skull and Brain. London, 1922

8. Bates, I.L. und C.R.Reiners: The repair of cranial defects with zirkonium. An experimental study. J.Neurosurg. 5, 340 (1948)

9. Bauer, E.: Hinweise zur plastischen Deckung von Knochendefekten im Hirnbereich. Arch.Ohr-, Nas.-Kehlk.Heilk. u.Z.Hals-Nas.-Ohrenheilk. 165, 227 (1954)

10. Baumm: zit. nach Rosenhagen

11. Beck, C.S.: Repair of defects in skull by ready-made Vitallium plates. J.Amer.med.Ass. 118, 789 (1942)

12. Bettag, W.: Über homoioplastische Deckungen von Schädellücken. Acta neurochir. (Wien) Suppl.III, 36 (1955)

13. Biagi, N.: Über die Reparationsprozesse der Schädelknochen mit Bezug auf die gewöhnlich angewandten Methoden der Kranioresektion. Dtsch.Z.Chir. 65, 237 (1902)

14. Birkmayer, W.: Hirnverletzungen.
Springer-Verlag, Wien 1951

15. Borchard, A.: Indikationen und Technik der Schädel- und Duraplastik nach Verletzungen.
Bruns Beitr.klin.Chir. 107, 82 (1917)

16. Bordes Valls, M.: El plexiglas como material plástico en neurocirurgia.
Rev.esp.Oto-neuro-oftal. 8, 41 (1949)

17. Brito e Cunha, I.L.: Metallschädelplastik mit Vitalliumblech.
Rev.bras.Cirurg. 18, 999 (1949)

18. Brun, R.: Die Schädel- und Hirnverletzung.
Med.Verlag Hans Huber, Bern 1963

19. Bürkle de la Camp, H.: Plastische Deckung von Knochenlücken des Schädels.
Zbl.Chir. 65, 2578 (1938)

20. Bürkle de la Camp, H.: Über die Kältekonservierung von Knochengewebe und dessen Verwendung zur homoioplastischen Verpflanzung.
Zbl.Chir. 79, 163 (1953)

21. Bürkle de la Camp, H.: Fehler und Gefahren der Alloplastik in der Knochen- und Gelenkchirurgie.
Langenbecks Arch.klin.Chir. 289, 463 (1958)

22. Bürkle de la Camp, H.: Diskussionsbeitrag.
Langenbecks Arch.klin. Chir. 292, 872 (1959)

23. Busch, E.J., J.Bing und E.H.Hansen: Gelathine and polythene films as dura substitutes and polythene plates as bone substitutes in skull defects.
Acta chir.scand. 97, 410 (1949)

24. Cormody, J.T.B.: The repair of cranial defects with special reference to the use of cancellous bone.
New Engl.J.Med. 234, 393 (1945)

25. Conzen, H., F.Straumann und E.Paschke: Grundlagen der Alloplastik mit Metallen und Kunststoffen.
Georg Thieme-Verlag, Stuttgart 1967

26. Courville, C.B.: Some notes on the history of injury to the skull and brain.
Bull.Los Angeles neurol.Soc. 9, 1 (1944)

27. Credner: zit. nach Rosenhagen

28. Crouch, T.H. und V.H.Mark: Repair of cranial defects with anterior iliac bone grafts.
US armed Forces med.J. 9, 375 (1958)

29. Czerny, V.: Drei plastische Operationen.
Langenbecks Arch.klin.Chir. 50, 544 (1895)

30. Delangenière, H. und P.Lewin: A general method of repairing loss of bony substance and of recontructing bones by osteoperiosteal grafts taken from the tibia.
Surg.Gyned.Obstetr. 30, 441 (1920)

31. Diener, A., H.Dörr und K.Herrmann: Untersuchungen und Ergebnisse der physikalischen und physiologischen Gesetzmäßigkeiten bei der Anwendung von Kunststoff in der Knochenchirurgie.
Zbl.Chir. 81, 2376 (1956)

32. Dressler, W.: Knochendefektplastik nach frontoorbitalen Verletzungen.
Bruns Beitr.klin.Chir. 177, 3, 335 (1948)

33. Düben, W.: Beitrag zur autoplastischen Deckung von Schädeldachlücken.
Chirurg 20, 234 (1949)

34. Eagle, G.F.: Skull plating in native.
South African Med. 12, 183 (1938)

35. v.Eiselsberg, A.: Zur Behandlung von erworbenen Schädelknochendefekten.
Langenbecks Arch.klin.Chir. 50, 845 (1895)

36. Ella, S.: Native medicine and surgery in the South Sea Islands.
Med.Times, 1, 50 (1874)

37. Elsberg, C.A.: Plate for defects of the skull.
Ann.Surg. 47, 795 (1908)

38. Eppinger, S.: Cranioplastiche con plexdent.
Acta chir.ital. 11, 207 (1955)

39. Erdheim, S.: Zur Deckung von Schädeldefekten mit Zelluloidplatten nach Fraenkel.
Zbl.Chir. 60, 858 (1933)

40. Ertevcian, L.N.: Plastik ausgedehnter Schädeldefekte mit Polymethylmetacrylat.
Sovetsk.Med. 15, 22 (1951)
Zentr.-Org.ges.Chir. 124, 304 (1952)

41. Estor, E.: Cent cas de prothèse cranienne par plague d'or.
Bull.et mem.Soc.Chir. Paris 48, 463 (1917)

42. Fallopius: zit. nach Woolf und Walker

43. Flörcken, H.: Große traumatische Defekte des Hirnschädels, Ersatz durch eine Plexiglasplatte.
Chirurg 27, 178 (1956)

44. Fraenkel, A.: Über Heteroplastik bei Schädeldefekten.
Langenbecks Arch.klin.Chir. 50, 407 (1895)

45. Frère, R.: Einzeitige Plexiglasplastik zur Deckung großer Schädelknochendefekte.
Chirurg 20, 419 (1949)

46. Fritz, K.: Diskussionsbeitrag.
Arch.Ohr-, Nas.-Kehlk.Heilk. u.Z.Hals-Nas.-Ohrenheilk. 173, 460 (1958)

47. Funke: Deckung von großen Schädeldefekten mittels Zelluloidplatten.
Zbl.Chir. 42, 257 (1915)

48. Geib, F.W.: Vitallium skull plates.
J.Amer.med.Ass. 117, 8 (1941)

49. Göhring, K.: Beitrag zur alloplastischen Deckung von Schädeldefekten mit einem autopolymerisierenden Kunststoff.
Med.Klin. 55, 1020 (1960)

50. Göhring, K.: Diskussionsbeitrag.
Langenbecks Arch.klin.Chir. 292, 871 (1959)

51. Gojchman, V.A.: 2 Fälle von primärer Plastik des traumatischen Schädeldefektes mit organischem Glas.
Vop.Nejrokhir. 13, 46 (1949)
Zentr.-Org.ges.Chir. 121, 339 (1951/52)

52. Gojchman, V.A.: Plastik von Schädeldefekten mit organischem Glas.
Vop.Nejrokhir. 16, 51 (1952)
Zentr.-Org.ges.Chir. 130, 34 (1953)

53. Grant, F.C. und N.C. Norcross: Repair of cranial defects by cranioplasty.
Ann.Surg. 110, 488 (1939)

54. Grantham, E.G. und H.P.Landis: Cranioplasty and the posttraumatic syndrome.
J.Neurosurg. 5, 19 (1948)

55. Grocott, J.: Experiences in cranial bone grafting.
Brit.J.Plast.Surg. 5, 51 (1952)

56. Grunert, H.H.: Über alloplastische Substanzen.
Chirurg 25, 262 (1952)

57. Guleke, N.: Über die Schädelplastik nach Kopfschüssen.
Sammlung klinischer Vorträge, Chirurgie, 12, 427 (1913-1919)

58. v.Hacker: Ersatz von Schädeldefekten durch gestielte unter der Kopfschwarte verschobene oder umgeklappte Periostknochenlappen bzw. Periostlappen.
Zbl.Chir. 29, 1196 (1902)

59. v.Hacker: Ersatz von Schädel- und Duradefekten.
Zbl.Chir. 40, 47 (1913)

60. Hamperl, H.: Lehrbuch der allgemeinen Pathologie und der pathologischen Anatomie.
Springer-Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg 1960

61. Hauk, E.: Zur Wiederherstellungschirurgie nach intracraniellen Komplikationen.
Arch. Ohr-, Nas.-Kehlk.Heilk. u.Z.Hals-Nas.-Ohrenheilk. 173, 458 (1958)

62. Henschen, K.: Subaponeurotische Deckung großer Schädeldefekte mit gewölbten Hornschalen.
Bruns Beitr.klin.Chir. 99, 558 (1916)

63. Heppner, F.: Schädeldachplastik mit Kunststoff.
Chir.Praxis 1, 95 (1963)

64. Herrmann, K.O.: Die Ergebnisse der Behandlung von Knochendef. mit Kunststoffplasten, 3-5 Jahre nach der operativen Behandlung.
Zbl.Chir. 86, 1552 (1961)

65. Hertle, J.: Die Methoden zur Deckung von knöchernen Schädeldefekten.
Ergebn.Chir.Orthop. 1, 241 (1910)

66. Hoffmann, A.: Über die Deckung von Schädeldefekten.
Dtsch.med.Wschr. 42, 783 (1916)

67. Hohnstrand, J., J.J.Longacre und G.A.de Stefano: Biophysical studies of split-rib grafts in the repair of defects of the cranium. Preliminary results of experimental studies in rhesus monkeys.
Plast.reconstr.Surg. 26, 286 (1960)

68. Hrdlička, A.: Trepanation among prehistoric people especially in America.
Ciba Symp. 1, 170 (1939)

69. Hullinger, L.: Untersuchungen über die Wirkung von Kunstharzen (Palacos und Ostamer) in Gewebekulturen.
Arch.orthop.Unfallchir. 54, 504 (1962)

70. Issel, P.: Zur Deckung von Knochendefekten des Schädels mit Plexiglas.
Zbl. Neurochir. 10, 126 (1950)

71. Ivanovskij, G.A.: Zum Problem der Dynamik des klinischen Bildes nach Kranioplastik bei Schußverletzungen des Schädels.
Vop. Nejrokhir. 16, 40 (1951)
Zentr.-Org.ges.Chir. 127, 278 (1953)

72. Jentzsch, R.: Kunststoffe in der Wiederherstellungschirurgie des Schädels.
Langenbecks Arch.klin.Chir. 291, 303 (1959)

73. v. Kamptz: Über Elfenbein in der Osteoplastik und über Elfenbein- und Horneinheilung.
Bruns Beitr.klin.Chir. 94, 586 (1914)

74. Kappis, A.: Zur Deckung von Schädeldefekten.
Zbl. Chir. 42, 897 (1915)

75. Keil, W.: Zur Frage der alloplastischen Deckung großer Schädeldefekte mit Kunststoff (Palacos K).
Das med. Bild 4, 90 (1961)

76. Kiehn, C.L. und A. Grino: Iliac bone grafts replacing tantalum plates for gunshot wounds of the skull.
Americ. J. Surg. 85, 395 (1953)

77. Klages, F.: Plastische Deckung großer Schädeldachlücken aus dem Beckenkamm.
Zbl. Chir. 66, 1580 (1939)

78. Klein, M.-R.: Les plasties craniennes.
Ann. Chir. plast. 3, 177 (1958)

79. Kleinschmidt, O.: Plexiglas zur Deckung von Schädellücken.
Chirurg 13, 273 (1941)

80. Kloss, K.: Probleme der Schädeldachplastik bei Kindern.
Chir. Praxis 7, 563 (1963)

81. Koenig, F.: Der knöcherne Ersatz großer Schädeldefekte.
Zbl. Chir. 17, 497 (1890)

82. Kroll, F.W.: Die plastische Deckung von Schädeldefekten mit Plexiglas.
Med. Klin. 44, 959 (1949)

83. Krüger, D.W.: Die plastische Deckung von Schädeldefekten.
Zbl. Neurochir. 14, 260 (1954)

84. Küttner, H.: Schädelplastiken aus der Scapula.
Zbl.Chir. 40, 1487 (1913)

85. Kuhlendahl, H.: Frontobasale Schädelhirnverletzung und traumatische Liquorfistel.
Beitr.Neurochir. 1, 37 (1959)

86. Lane, S. und J.E.Webster: A report of the early results in tantalum cranioplasty.
J.Neurosurg. 4, 526 (1947)

87. Lauber, H.J.: Die plastische Deckung knöcherner Schädeldefekte.
Zbl.Chir. 72, 419 (1947)

88. Leitholf, O.: Anwendung von Kunststoffen in der Neurochirurgie.
MÜ.med.Wschr. 36, 1771 (1963)

89. Lejbzon, N.D.: Spätergebnisse der Schließung von Defekten des Schädelgewölbes mit Polymethylmetacrylat.
Vop.Nejrokhir. 17, 48 (1953)
Zent.-Org.ges.Chir. 132, 203 (1954)

90. Leotta, N.: Verfahren der Knochenautoplastik zur Ausfüllung von Substanzverlusten des Schädels.
Dtsch.Z.Chir. Heft 1-2, 147 (1909)

91. Lexer, E.: Wiederherstellungschirurgie.
Leipzig 1920

92. Lexer, E.: Die freien Transplantationen.
Neue deutsche Chirurgie, Band 26a und 26b, Stuttgart 1916 und 1924

93. Linder, F. und M.Schwaiger: Supramid - ein neuer Kunststoff in der Chirurgie.
Chirurg 18, 675 (1947)

94. Lockhart jr., W.S., G.van den Noort, H.W.Kimsey und R.A.Groff: A comparison of polyethylene and tantalum for cranoiplasty. A preliminary report.
J.Neurosurg. 9, 254 (1952)

95. Longacre, J.J. und G.A.de Stefano: Further observations of the behaviour of autogenious split-rib grafts in reconstruction of extensive defects of the cranium and face.
Plast.reconstr.Surg. 20, 281 (1957)

96. Longacre, J.J. und G.A.de Stefano: Experimental observations of the repair of extensive defects of the skull with split-rib grafts.
Plast.reconstr.Surg. 21, 372 (1958)

97. Longacre, J.J., G.A. de Stefano, K.E.Hohnstrand, E.H.Courtiss, K.B.Kahl, L.Brizio und M.J.Seghers: The behaviour of split-rib grafts in a 10 year survey of reconstruction of extensive defects of the cranium and face skeleton.
Trans.3.Int.Congr.of Plastic Surg., 631-639 (1964)

98. Macomber, D.W.: Cancellous iliac bone in depressions of forehead, nose and chin.
Plast.reconstr.Surg. 4, 157 (1949)

99. Mäkelä, T.: Tantalum cranioplasty of war-wounds of the skull.
Ann.Chir.Gynaec.Fenn. 38, 13 (1949)

100. Marschner, G.: Über den plastischen Verschluß von Schädeldachlücken.
Zbl.Chir. 82, 2121 (1957)

101. Martin, B.C.: The use of cancellous bone-grafts for small defects of skull and brow-region.
Surgery 24, 102 (1948)

102. Mauclaire: Autogreffe crânienne empruntée à la tuberosité iliaque, et homogreffe séreuse intermeningoencéphalique.
Bull.Soc.Chir. Paris 40, 113 (1914)

103. McClinstock, H.G. und R.O.Dingman: The repair of cranial defects with iliac bones.
Surgery 30, 955 (1951)

104. Merrem, G.: Die Versorgung der Trepanationslücke mit Fremdknochen.
Acta neurochir. Suppl. III, 31 (1955)

105. Morison, A.E.: Autoplastic transplantation of bone in injuries of the skull.
Brit.J.Surg. 4, 454 (1917)

106. Moser, H. und E.Salem: Beitrag zur Deckung traumatischer Schädeldefekte.
Chirurg 25, 306 (1954)

107. Müller, P.: Deckung von Schädeldefekten aus dem Sternum.
Zbl.Chir. 42, 409 (1915)

108. Müller, W.: Zur Frage der temporären Schädelresektion an Stelle der Trepanation.
Zbl.Chir. 17, 65 (1890)

109. Müller, E.: Die Verwendung von Kunstharzen in der Knochenchirurgie.
Arch.orthop.Unfall-Chir. 54, 513 (1962)

110. Nicoladoni: Modifikation der Königschen Knochenplastik.
Zbl.Chir.Beil. 22, 44 (1895)

111. Nockemann, P.F.: Allgemeinchirurgische Probleme bei der Schädeldachplastik.
Langenbecks Arch.klin.Chir. 297, 12 (1961)

112. Nockemann, P.F. und H.Schilling: Die Konservierung von heteroplastischem Knochen.
Bruns Beitr.klin.Chir. 203, 67 (1961)

113. Nothdurft, H.: Experimentelle Sarkomauslösung durch Fremdkörper.
Strahlentherapie 100, 192 (1956)

114. Nothdurft, H.: Tumorerzeugung durch Fremdkörperimplantation.
Abh.dtsch.Akad.Wiss. 3, 80 (1960)

115. Oettel, H.: Biologische Probleme bei der Implantation von Kunststoffen.
Langenbecks Arch.klin.Chir. 304, 900 (1963)

116. Ott, G., J.Vollmar und G.Hieronymie: Krebsgefährdung nach Implantation von Kunststoffen.
Langenbecks Arch.klin.Chir. 302, 608 (1963)

117. Otto, E.: Über den plastischen Verschluß von Schädeldefekten unter besonderer Berücksichtigung der Paladonprothese.
Chirurg 21, 488 (1950)

118. Otto, E.: Fortschritte in der Behandlung von Schädeldefekten.
Chirurg 36, 273 (1965)

119. Paraicz, E., J.Szénásy und V.Szokolay: Beiträge zum Wachstum der kindlichen Schädelbrüche.
Acta Neurochir. XI, 110 (1964)

120. Paré, A.: Oeuvres complètes d'Ambroise Paré révuées et collationées sur toutes les éditions avec les variantes byJ.-F.Malgaigne.
Vol.I-III. Paris 1840-1841. J.P.Bailliere

121. Petit-Dutaillis, D. und B.Pertuiset: La réparation de larges pertes de substance cranienne par autogreffe aux dépends de la table externe de l'aile iliaque.
Presse méd. 61, 1223 (1953)

122. Pickerill, H.P.: Note on cranial autoplasty.
Brit.J.Surg. 35, 204 (1947)

123. Radici, G., G.Boggio, A.Beduschi und I.Papo: La cranioplastica con protesi in resina acrilica.
Chirurgia (Milano) 14, 357 (1959)

124. Ranschoff, J.: Stainless steel screen for covering trephine and other small cranial defects.
J. Neurosurg. 7, 598 (1950)

125. Rau, H.: Plastische Deckung deformierender Schädeldefekte.
Langenbecks Arch. klin. Chir. 304, 926 (1963)

126. Reeves, D. L.: The repair of traumatic defects. Some experience with tantalum.
Bull. Los Angeles Neurolog. Soc. 9, 112 (1944)

127. Reeves, D. L.: Cranioplasty.
Ch. C. Thomas Publ., Springfield/Ill. 1950

128. Reichert, H.: Stirndefektdeckung.
Langenbecks Arch. klin. Chir. 306, 99 (1964)

129. Roepke, W.: Zur Frage der Deckung von Schädeldefekten.
Zbl. Chir. 35, 1192 (1912)

130. Rohr, H. und T. Yoshida: Die Deckung großer Knochendefekte am Schädel mit tiefgekühltem Fremdknochen.
Chirurg 31, 76 (1960)

131. Rosenhagen, H.: Posttraumatische zerebrale Anfallsleiden ("traumatische Epilepsie").
in: E. Rehwald, Das Hirntrauma, Thieme-Verlag, Stuttgart 1956

132. Rosenmeyer, F. W.: Schnellherstellbare Kunststoffplastik zur Deckung von Schädelknochenlücken.
Acta Neurochir. Suppl. III, 18 (1955)

133. Rosomoff, H. L., L. A. Hurley und F. L. Losee: Cranial reconstruction with ethylenediaminetreated bone.
Americ. J. Surg. 97, 721 (1959)

134. Scott, M., T. H. Wycis und F. Murtagh: Stainless steel cranioplasty.
Americ. J. Surg. 92, 393 (1956)

135. Scott, M., T. H. Wycis und F. Murtagh: Long term evaluation of stainless steel cranioplasty.
Surg. Gynec. Obstetr. 115, 453 (1962)

136. Seydel: Eine neue Methode große Knochendefekte des Schädels zu decken.
Cbl. Chir. 16, 209 (1889)

137. Sicard, A.: La cranioplastie. Technique au moyen d'un transplantat homogène conservé.
Presse méd. 59, 1549 (1951)

138. Sicard, A. und C. Dambrien: Plastie du crâne par os humain sterilisé. Presse méd. 25, 60 (1917)

139. Simon, G.: Über die Deckung von Schädeldachlücken durch Kunststoff. Mschr. Unfallheilk. 63, 206 (1960)

140. Simpson, D.: Titanium in Cranioplasty. J. Neurosurg. 22, 292 (1965)

141. Sohr, O.: Technik der Schädelplastik. Diss. Breslau 1907/1908

142. Sollmann, H.: Der traumatische Schädelkalottendefekt und seine plastischen Versorgungsmöglichkeiten. Z. Therapie 2, 349 (1964)

143. Schönbauer, L. und E. Winkler: Rekonstruktion von Knochendefekten des Schädels mit Beckenknochen. Zbl. Chir. 79, 672 (1954)

144. Schönbauer, L. und E. Winkler: Probleme der Schädeldachplastik. Acta Neurochir. Suppl. III, 4 (1955)

145. Schubert, G. und G. Uhlmann: Zur krebserzeugenden Wirkung von Kunststoffen (Polyamiden). Dtsch. med. Wschr. 80, 1530 (1955)

146. Schulze, H.E.: Plastischer Verschluß von Schädeldachlücken durch Totknochen. Zbl. Neurochir. 14, 169 (1954)

147. Steinthal: zit. nach Rosenhagen

148. Stieda, A.: Beitrag zur Frage des Verschlusses traumatischer Schädeldefekte. Langenbecks Arch. klin. Chir. 77, 532 (1905)

149. Streli, R.: Homoioplastische Schädeldachplastik. Arch. orthop. Unfallchir. 47, 135 (1955)

150. Streli, R.: Diskussionsbeitrag. Langenbecks Arch. klin. Chir. 292, 871 (1959)

151. Streli, R.: Schädelplastik mit kältekonservierten homoioplastischen Knochentransplantaten. Bull. Soc. int. Chir. 19, 670 (1960)

152. Thomalske, G.: Die plastische Deckung von Schädelknochendefekten im Schnellverfahren nach Woringer. Med. Bild-Dienst Hoffmann-La Roche AG 11, 3 (1962)

153. Tönnis, W.: Pathogenese, Anzeigestellung und operative Behandlung der posttraumatischen Epilepsie.
Med. Klinik 42, 709 (1947)

154. Tönnis, W.: Die Operationen am Schädelteil des Kopfes und am Gehirn. in: Bier-Braun-Kümmel; Chirurgische Operationslehre, 7. Auflage, Bd. 2, Leipzig 1954

155. Trelles, J.O.: Las trepanationen en la cirurgia peruana prehistórica.
Neurocirugia (Santiago) 15, 123 (1957)

156. Turner, E.A. und G. Foster: Skull closure by acrylic plates.
Brit. med. J. No. 4604, 619 (1949)

157. Ulitzsch, K.: Schädelplastik mittels eines Periost-Knochenlappens aus der Umgebung.
Langenbecks Arch. klin. Chir. 292, 857 (1959)

158. Unger, R.R. und H. Sollmann: Die Versorgung von Schädelkalottendefekten mit Palacos.
Zbl. Chir. 89, 850 (1964)

159. de Vet, A.C.: Plastic repair of skull defects with acrylic plates.
Arch. chir. neerl. 1, 153 (1949)

160. Vogeler: zit. nach Rosenhagen

161. Vogt, G.: Plastischer Verschluß knöcherner Schädellücken mit Kunststoffprothesen.
Acta Neurochir. Suppl. III, 26 (1955)

162. Voris, C.H.: Repair of skull defects.
Americ. J. Surg. 89, 803 (1955)

163. Wagner, W.: Die temporäre Resection des Schädeldaches an Stelle der Trepanation.
Zbl. Chir. 16, 833 (1889)

164. Wagner, A. und W. Umbach: Die plastische Deckung von knöchernen Schädeldefekten.
Dtsch. med. J. 14, 191 (1963)

165. Walker, E.A.: A history of neurological surgery.
Baltimore, Williams & Wilkins Comp. 1951

166. Walker, E.A. und F. Erculei: The late results of cranioplasty.
Arch. Neurolog. Chicago 9, 105 (1963)

167. von Walther, P.: Wiedereinheilung der bei der Trepanation ausgebohrten Knochenscheibe.
J.Chir.Augenheilk. 2, 571 (1821)

168. Weiford, E.C. und J.W.Gardner: Tantalum cranioplasty.
J.Neurosurg. 6, 13 (1949)

169. Weiß, J.: Zur Verwendung von Plexiglas für die Deckung von Schädellücken.
Zbl.Chir. 72, 761 (1947)

170. White, J.C.: Late complications following cranioplasty with alloplastic plates.
Ann.Surg. 128, 743 (1948)

171. Wiebeck, B.H.: Tantal bei der Schädelplastik.
Ärztl.Forsch. 3, 71 (1949)

172. Wolff, J.: Die Osteoplastik in ihren Beziehungen zur Chirurgie und Physiologie.
Langenbecks Arch.klin.Chir. 4, 183 (1863)

173. Woolf, J.I. und A.E.Walker: Cranioplasty.
Int.Abstr.Surg. 81, 1 (1945)

174. Woringer, E., B.Schwieg, G.Brogly und J.Schneider: Nouvelle technique ultra-rapide pour la réfection des brèches osseuses craniennes à la résine acrylique.
Rev.neurol. 85, 527 (1951)

175. Woringer, E. und G.Thomalske: Über die plastische Deckung von Schädelknochendefekten mit autopolymerisierender Kunstharzmasse.
Arch.Psychiatr.Nervenkr. 191, 100 (1953)

176. Woringer, E. und G.Thomalske: Unsere Schädelplastik-Schnellmethode.
Acta neurochir. (Wien) Suppl. III, 11 (1955)

177. Zander, P.: Zur Deckung großer Schädellücken mit Plexiglas.
Zbl.Chir. 71, 27 (1944)

178. Zoltàn, J.: Unser Verfahren zum Ersatz von Schädelknochendefekten.
Acta Chir.Plast. (Prague) 6, 146 (1964)

Herrn Prof. Dr. W. Schiefer danke ich aufrichtig für die Anregung dieser Arbeit und für die Unterstützung bei ihrer Durchführung

Lebenslauf

Am 9.6.1939 wurde ich als Tochter des Dipl.-Ing. Hans Dengler und seiner Ehefrau Paula, geb. Bressler, in Dresden geboren. Von 1945 bis 1949 besuchte ich die Volksschule in Dresden-Klotzsche, Pömbsen (Westfalen) und Bad Driburg (Westfalen). 1949 trat ich in das Realgymnasium der Wilhelm-Löhe-Schule in Nürnberg ein und legte dort 1958 die Reifeprüfung ab.

Im Wintersemester 1958/59 begann ich in Erlangen das Medizinstudium und legte hier im Oktober 1961 die ärztliche Vorprüfung ab. Nach klinischem Studium in Kiel und Erlangen bestand ich im März 1965 das medizinische Staatsexamen in Erlangen.

Vom 1.5. bis 30.11.1965 arbeitete ich im Stadtkrankenhaus Cuxhaven als Medizinalassistentin.

Im Juli 1964 heiratete ich den Medizinalassistenten Hans G. Henning. Aus unserer Ehe ging ein Sohn, Oliver Henning, geb. am 27.12.1965, hervor.

BUCH- UND FOTODRUCK
LUDWIG MÖLLER
ERLANGEN · FAHRSTR. 5